



Türkiye’de aylık ve yıllık su noksanları ve su fazlalarındaki eğilimler

Trends of monthly and annual water deficit and surplus in Turkey

Erkan Yılmaz*^a 

^a Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara.

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 01.04.2019

Kabul/Accepted: 13.06.2019

Anahtar Kelimeler:

Su fazlası eğilimleri
 Su noksanı eğilimleri
 İklim değişikliği tarım ilişkisi
 Türkiye.

Keywords:

Trends of water surplus
 Trends of water deficit
 Climate change and agriculture interactions
 Turkey.

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(E. Yılmaz) erylilmaz@ankara.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.532668

Atf/Citation:

Yılmaz, E. (2019). Türkiye’de aylık ve yıllık su noksanları ve su fazlalarındaki eğilimler. Türk Coğrafya Dergisi (72), 65-83. DOI:10.17211/tcd.532668

ÖZ / ABSTRACT

İklim değişikliği, doğrudan ve dolaylı olarak birçok sektörü etkilemektedir. Bu sektörlerin başında tarım ve tarıma bağlı sektörler gelmektedir. Sıcaklıklardaki artış ya da yağışlardaki değişiklik, bir sahadaki tarımsal aktiviteleri etkileyerek, bu etkilere bağlı uyum planlarının yapılmasını, olumsuz etkilerin giderilmesi gerektirmektedir. Türkiye’de sıcaklık ve yağış eğilimlerine yönelik birçok çalışma yapılmış, fakat bunların ikisinin bir fonksiyonu olan su açığı ve su fazlalarındaki eğilimler henüz araştırılmamıştır. Bu eğilimlerin bilinmesi, özellikle tarımsal planlamalar açısından önemlidir. Bu çalışma, literatürdeki bu eksiği gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne ait 183 meteoroloji istasyonunun 1971-2010 yılları arası dönemini kapsayan aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılmış, Thornthwaite yöntemine göre her yıl için ayrı su bilançoları üretilmiştir. Su bütçesi elemanları, hem doğrusal regresyon yöntemi ile modellenmiş hem de Mann-Kendall (MK) sıra korelasyon testi ile analiz edilerek eğilimleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, aylık su fazlaları Türkiye’nin kuzeyinde artarken güneyinde azalmakta, özellikle sıcak dönemde ortaya çıkan su noksanları Türkiye genelinde artmaktadır. Yıllık toplam su fazlası ve su noksanlarına göre Türkiye 4 farklı bölgeye ayrılmaktadır. Bu bölgeler; a) su noksanı azalan-su fazlası artan bölgeler, b) su noksanı artan-su fazlası azalan bölgeler, c) su noksanı azalan-su fazlası azalan ve d) su noksanı artan-su fazlası artan bölgeler olarak sıralanmaktadır. Tarım açısından iklim değişikliği bağlamında en olumsuz etkilerin “su fazlası azalan-su noksanı artan bölgeler”de olacağı anlaşılmakta ve bu bölgeler öncelikli olarak planlaması gereken sahalara karşıya çıkmıştır.

Climate change affects many sectors directly or indirectly. Agriculture and agriculture-related sectors are the leading sectors effected from climatic change. The increase of temperatures or variation amount of rainfall will affect the agricultural activities in a field and new plan have to be done for these areas to eliminate the negative effects. There have been many studies on temperature and rainfall trends in Turkey, but the tendencies in the water deficit and surplus which are a function of both, have not been analyzed yet. The investigation of these tendencies is especially important for agricultural planning. This study was prepared to address this deficiency in the literature. For this purpose, the monthly average temperature and monthly rainfall data of 183 meteorological station covering the period between 1971-2010 years has been obtained and water budget for each year have been prepared for all stations. Water budget elements were analyzed with linear regression and Mann-Kendall (MK) test to define the tendencies. According to the results, the water surplus has decreasing in south and increase in north while the water deficits especially calculated in warm periods have decreasing trends whole of Turkey. Using the total annual water deficit and the water surplus has showed that Turkey separated four different regions according to these elements’ trends. These regions are; a) decreasing water deficit-increasing water surplus region b) decreasing water deficit- decreasing water surplus region c) increasing water deficit-increasing water surplus region d) increasing water deficit-decreasing water surplus region. In terms of agriculture, it is understood that the most negative effects in the context of climate change will be occur in increasing water deficit-decreasing water surplus region and these regions should be planned as a priority.

1. Giriş

İklim değişikliği, küresel ölçekte tüm sektörleri etkilemekte, bazı saha ve sektörlerde olumlu değişimler yaratırken, birçok saha ve sektörü olumsuz etkilemektedir (Bayraç ve Doğan, 2016; IPCC, 2014; Somuncu, 2018; Yüksel vd., 2011). Bu sektörlerin başında gıda sağlayan tarım sektörü gelmektedir. Sıcaklık artışı, yağış paterni değişimi ve ekstrem hava koşullarının

yaşanması, üretim miktarı ve sahalarında değişiklik oluşturmakta, üretim istikrarını azaltmakta (Adams vd., 2001; Olesen ve Bindi, 2002), bu durum üretim politika ve planlamalarının değiştirilmesine neden olacaktır (Adams vd., 1990; Adams v., 1998; Dell, Benjamin ve Benjamin, 2014)

Türkiye’nin ılıman kuşakta yer alması, farklı yükselti ve eğim özellikleri göstermesi, denizlerle çevrili olması, farklı iklim tiplerinin görülmesini sağlamış (Yılmaz ve Çiçek, 2016), bu da bitki örtüsünde çeşitliliklere yol açmıştır. Bu çeşitlik sadece doğal

bitki örtüsünde kalmamış, kültür bitkilerine de yansımıştır. Türkiye'nin güneyinden kuzeyine, doğrusundan batısına farklı ürünlerin tarımı yapılmakta bu da oldukça zengin bir çeşitlilik oluşmasını sağlamaktadır. Türkiye, yetiştirilen birçok üründe dünyada birinci sırada yer almaktadır (Bayaner, 2014). Ürünlerin bir kısmı, yöre iklim özelliklerine uyum sağlamak ve sıcaklık, yağış şartları ile güneşlenme süresine bağlı olarak sulama ihtiyacı olmadan, bir kısmı ise sulama ve diğer iklimsel (sera) ve kimyasal (ilaç, gübre) desteklerle üretilmekte, Türkiye'nin doğal yapısı bu çeşitliliği artırmaktadır (Göney, 1987). Sulama ihtiyacı, yeraltı suları, gölet, baraj ve akarsulardan karşılanmakta, bunların tesisi ile hem ürün miktarı ve verimi artmakta, hem de daha fazla sulu tarım ürünü yetiştirilmekte, tuzlanma sorunları da olabilmektedir (Kanber, 2006). Sulama, bu tesislerdeki su rezerviyle, su rezervi ise yağışlarla ilişkilidir. Bu nedenle, yağışlardaki ya da buharlaşma koşullarındaki değişimler hem kuru hem de sulu tarımı etkilemekte, bu sahalardaki pratikleri değiştirmektedir. Dolayısıyla, bir sahadaki su rezervinin değişimi ve mevcut durumu, tarımsal faaliyet yürütücüleri için bilinmesi gereken bir durumdur.

Türkiye'de iklim değişimi ile ilgili birçok çalışma yapılmış, sıcaklık (İçel ve Ataol, 2014; Kadioğlu, 1997; Türkeş, Sümer ve Kılıç, 1996; Türkeş, Sümer ve Demir, 2002), yağış (Çiçek ve Duman, 2015; Tayanç vd., 2009; Türkeş, Koç ve Sarış, 2009), ekstrem gün sayıları (Acar, Gönençgil ve Gümüšoğlu, 2018; Deniz ve Gönençgil, 2015; Eralat ve Türkeş, 2012, 2013, Eralat ve Yavaşlı, 2009, 2011) analiz edilmiştir. İklim tiplerindeki değişim ve gelecekte alacağı durum hakkında da çalışmalar yapılmış (Akin vd., 2011; Selek, Tuncok ve Selek, 2018; Tatlı, 2017), şehirleşme ve arazi örtüsü değişimine bağlı sıcaklık artışları da araştırılmıştır (Aykır, 2017; Çiçek ve Doğan, 2006; Çiçek vd., 2013; Dihkan vd, 2018; Karaca, Tayanç ve Toros, 1995; Türkoğlu vd., 2012; E. Yılmaz, 2016). Dünyada olduğu gibi (Menzel ve Fabian, 1999; Schwartz ve Reiter, 2000), Türkiye'de de mevsim (Türkoğlu, Çiçek ve Şensoy, 2012; Türkoğlu, Şensoy ve Aydın, 2016) ve yağış kaymaları (Yılmaz, 2018) yaşandığı belirlenmiş, kuraklık analizleri de yapılmıştır (Türkeş, 1999; Akbaş, 2014a, 2014b; Türkeş, Akgündüz ve Demirörs, 2009). Yine aylık yağış, buharlaşma ve sıcaklık eğilimlerine ait çalışmalar da mevcuttur (Dadaser-Çelik, Cengiz ve Güzel, 2016; Partal ve Kahya, 2006; Yavuz ve Erdoğan, 2012; Yılmaz, 2018, 2019).

İklim değişkenlerinde meydana gelecek değişimler, ortam şartlarının değişimine neden olacak bu durum da yetiştirilen hayvan ve bitki sahalalarında değişimlere sebep olacaktır (Bayraç ve Doğan, 2016). Hayvancılık faaliyeti sera gazı salınımını artırmakta (Koyuncu ve Akgün, 2018), yine artan sıcaklıkların da hayvancılık faaliyetini olumsuz etkileyeceği anlaşılmaktadır (Koyuncu, 2017). Küresel iklim senaryolarına bağlı olarak yapılan analizlerde, fındık sahalarının yüzyılın sonlarına doğru günümüzde yetiştiği sahalardan daha yükseklerde yetiştirme ortamı bulacağı anlaşılmıştır (Ustaoglu ve Karaca, 2009, 2014). Çukurova'da buğday için yapılan analizlerde, iklim değişimine bağlı olarak buğday veriminin artabileceği fakat bunun sulama ile mümkün olabileceği belirtilmiştir (Kapur, Koç ve Özekici, 2012). Buna rağmen sulamanın verimli bir şekilde yapılması gerekmektedir (Kapluhan, 2013). Yine artan sıcaklıkların mısır verimini düşürdüğü (Uçak vd., 2010), haşhaş alanlarında, iklim değişikliğine bağlı olarak daralmaların olabileceği bilinmektedir (Yıldırım vd., 2015).

Sulama ihtiyacındaki artışın tersi olarak, Türkiye'de dere ve

akarsuya yoğunluğunun fazla olduğu bölgeler bulunmakta, bu sahalarda dar ve derin vadiler yer almakta ve yerleşmeler için risk oluşturmakta, kurak sahalardaki dereler ise sel karakterli olma özelliğindedir. Akarsu ve dere çevrelerinde sel ve taşkınlar meydana gelmekte, bu olaylar hem can hem mal kabına yol açmakta, tarımı da olumsuz etkileyebilmektedir. Küresel iklim değişimine bağlı olarak değişen sıcaklık ve yağış paternlerine bağlı olarak, taşkın frekans durumları da değişmekte (Hennessy, Gregory ve Mitchell, 1997; McGuffie vd., 1999; Wilby, Reven ve Reynard, 2008), bu durumun olumsuz etkileri de olmaktadır. Türkiye'nin su potansiyeli farklı yöntemlerle araştırılmış, mevcut kurak ve yarı kurak sahalarda su sorunu yaşama sınırında olduğu, 21. yüzyıl sonuna doğru bu sahalarda ve çevrelerinde su kıtlığı yaşanabileceği bilinmektedir (DSİ, 2018; Usta, 2016; Çiçek ve Ataol, 2009; Bayazıt ve Avcı, 1997). İklim değişikliğine bağlı olarak, akarsu havzalarındaki su varlığı değişecek (Demircan vd., 2014), bu durum da akımların düşmesine neden olacak (Özkul, Fıstıkoğlu ve Harmancıoğlu, 2008), havzalardaki su yönetimi planlarının güncellenmesini gerektirecektir (Bozkurt ve Sen, 2013; Yücel, Güventürk ve Sen, 2015). Akım değişimine bağlı olarak da akarsu ekosisteminde olumsuz değişimler yaşanabileceği bilinmektedir (Harmancıoğlu vd., 2007). Havzalarda su bütçeleri üzerinde buharlaşmanın oldukça etkin rol oynadığı (Akbaş ve Özdemir, 2018), artan sıcaklıkların buharlaşmayı da arttıracığı ve su bütçelerini değiştireceği düşünüldüğünde, su bütçesi konusu daha da önemli hale gelmektedir.

Yukarıda görüldüğü gibi, Türkiye'de yapılan iklim değişimi çalışmaları birçok iklim parametresi araştırılmış, iklim senaryosu sonuçlarına göre oluşabilecek farklılıklar incelenmeye çalışılmıştır. Tarım için önemli bir parametre olan su noksanları ve su fazlaları, Türkiye genelini kapsayacak şekilde incelenmemiş, bu parametrelerdeki eğilimler henüz çalışılmamıştır. Bu yazı, bu eksiği gidermek amacıyla hazırlanmış, Thornthwaite yöntemine göre aylık ve yıllık su fazlası ve su noksanları hesap edilerek bu değerlerdeki eğilimler doğrusal regresyon ve Mann-Kendall analizleri kullanılarak belirlenmiş, "Türkiye'de aylık ve yıllık su noksanı ve su fazlaları nasıl bir eğilim göstermektedir?" sorusuna cevap verilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, kurak sahalarda için su açığındaki artma ve azalma, nemli sahalarda için ise taşkın ve sel riski gibi afetlerin değerlendirilmesinde kullanılmak amacıyla ön bilgiler elde edilmiştir.

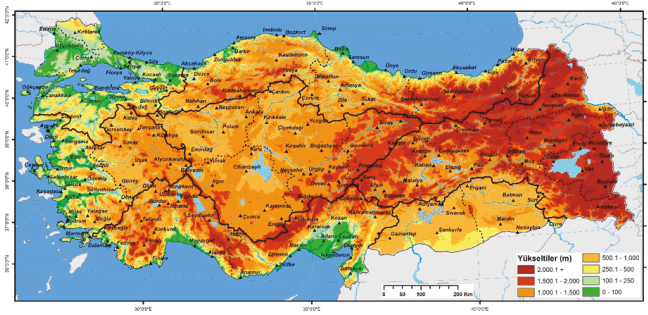
2. Veri ve Yöntem

2.1. Veri

Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (MGM) ait 183 meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. İstasyonlar Türkiye'yi kapsayacak şekilde dağılmakta, deniz seviyesinden 2000 metrenin üzerine kadar çıkmaktadır.

Çalışmada kullanılan veri seti, 1971 yılı ocak ayından başlamakta, 2010 yılı aralık ayına kadar devam etmektedir. Seçilen periyottaki tüm veriler manuel istasyon verilerinden oluşmaktadır. 2007 yılından sonraki döneme ait otomatik meteoroloji gözlem istasyonu (OMGİ) verileri çalışmaya dahil edilmemiştir. MGM, manuel istasyonları 2010 yılından itibaren kapatmaya başlamış, bu istasyonlar yanına kurulan OMGİ istasyonu verilerini bu istasyon verilerinin devamı olarak sunmaya başlamıştır. Çalışmada eğilim analiz edildiğinden, bu iki tür istasyon

verisinin birlikte analiz edilmesi tercih edilmemiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan istasyonların konumları.
Figure 1. Location of stations used in the study.

2.2. Thornthwaite Yöntemine Göre Su Açığı ve Su Fazlası Hesabı

Thornthwaite (1948) tarafından bir sahadaki iklim özelliklerini belirlemek için geliştirilen yöntem, özellikle hidrolojik çalışmalarda fazlaca kullanılmaktadır. Yöntem içerisinde, su noksanı, su fazlası, akış ve nemlilik oranı gibi değişkenlerin hesaplanabilmesi bu tercihte önemli rol oynamaktadır. Thornthwaite yönteminde aylık ortalama sıcaklıklar ve aylık toplam yağış verileri ile incelenen sahanın coğrafi konumuna bağlı değişkenler kullanılmakta, bunlar da çoğunlukla abaklardan elde edilmektedir. Yöntemde, ilk olarak ortalama sıcaklıklar kullanılarak sıcaklık indisleri elde edilmekte, bu değerler ise aylık teorik güneşlenme sürelerine göre değerlendirilerek, aylık ve yıllık buharlaşma kapasiteleri (DPE-Düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon) belirlenmektedir.

Tablo 1. Şanlıurfa istasyonuna ait uzun yıllık ortalama Thornthwaite su bilançosu.

Table 1. Long-time average Thornthwaite water balance table for Şanlıurfa meteorological station.

Parametre	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
AOS	5,6	6,9	11	16,1	22,3	28,2	31,9	31,2	26,8	20,3	12,5	7,4	18,35
ASI	1,19	1,63	3,30	5,87	9,62	13,72	16,54	15,99	12,70	8,34	4,00	1,81	94,72
TPE	5,39	8,30	21,81	48,02	94,30	153,35	197,98	189,08	138,00	77,62	28,42	9,59	971,85
EDK	0,84	0,83	1,02	1,08	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,95	0,84	0,81	
DPE	4,50	6,92	22,16	52,03	113,72	185,82	243,65	218,50	141,49	74,06	23,76	7,82	1094,41
ATY	72,8	69,9	65,1	48,1	26	3,7	0,7	1,1	3,1	26,2	47,7	73,5	437,90
DD	10,37	0,00	0,00	-3,93	-8,72	-8,35	0,00	0,00	0,00	0,00	23,94	65,68	
BS	100,00	100,00	100,00	96,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,94	89,63	509,64
GE	4,50	6,92	22,16	52,03	113,72	3,70	0,70	1,10	3,10	26,20	23,76	7,82	265,70
SN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	173,77	242,95	217,40	138,39	47,86	0,00	0,00	820,36
SF	57,93	62,98	42,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	163,85
Akış	28,96	60,45	52,96	21,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	163,85
NO	15,17	9,10	1,94	-0,08	-0,77	-0,98	-1,00	-0,99	-0,98	-0,65	1,01	8,40	2,51

Not: AOS-Aylık ortalama sıcaklık, ASI-Aylık sıcaklık indisi, Etp-Düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon, EDK-Enlem düzeltme katsayısı, DPE-Düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon, ATY-Aylık toplam yağış, DD-Depo Değişimi, BS-Birikmiş Su, GE-Gerçek Evapotranspirasyon, SN-Su Noksanı, SF-Su Fazlası, NO-Nemlilik Oranı. Yöntem için ayrıntılı bilgiye Thornthwaite (1948) ve Ardel, Kurter ve Dönmez (1969, s. 291–309) kaynaklarından ulaşılabilir.

Depo değişimi (DD), birikmiş su (BS), aylık toplam yağışlar ve DPE değerlerine göre belirlenmekte, her aya ait su bilançosu elemanları ortaya çıkmaktadır. Bundan sonra her aya ait su noksanları (SN) ve su fazlası (SF) değerleri hesap edilmektedir.

Su noksanı, yağışın buharlaşmayı karşılamadığı durumda ortaya çıkmaktadır. Buharlaşma değeri, toplam yağış ve depo edilen su miktarından fazlaysa, o ayda su noksanı bulunmakta ve eşitlik 1'deki kurallara göre hesap edilmektedir.

$$SN = \begin{cases} DPE - (ATY + DD) < 0; & 0 \\ DPE - (ATY + DD) \geq 0; & DPE - (ATY + DD) \end{cases} \quad [1]$$

Su fazlası, toprak suya doyduktan sonra, yağışın buharlaşmadan fazla olması durumudur. Yağış miktarı buharlaşmadan fazlaysa ve toprakta 100 mm'den fazla su kalıyorsa, su fazlası değeri eşitlik 2 kurallarına göre hesap edilir.

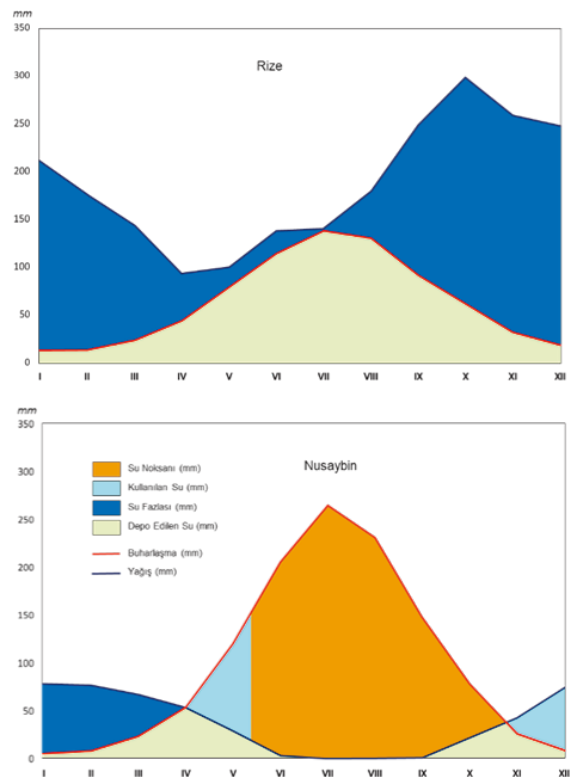
$$SF = \begin{cases} ATY - DD - DPE < 0; & 0 \\ ATY - DD - DPE \geq 0; & ATY - DD - DPE \end{cases} \quad [2]$$

Akış değerleri, su fazlası olan ilk ayda su fazlasının yarısı, sonraki aylarda ise, hesaplanan ay ile önceki ayın su fazlası toplamının yarısı olarak belirlenmektedir. Dolayısıyla su fazlasının bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Su fazlasındaki eğilim durumu, akış durumu için de geçerli olacaktır.

Nemlilik oranı değeri (NO), bir aydaki buharlaşmadan yağış değerinin çıkarılması ve buharlaşmaya oranlanması ile elde edilmektedir. Dolayısıyla bu oran negatif işaretli olabilmektedir. Negatif işaret, o aydaki buharlaşmanın yağıştan fazla olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, bir makale hacmini aşacağı ve çalışmayı genişleteceği için NO eğilimleri incelenmemiştir.

Thornthwaite su bilançosu tablosuna göre, bir sahadaki yağış buharlaşma ilişkisini gösteren grafikler çizilmektedir. Aşağıdaki örnekte uzun yıllık ortalama değerlere göre elde edilen grafikler bulunmakta (Şekil 2), bazı istasyonlarda yılın uzun bir döneminde su noksanı bulunurken, bir kısım istasyonda su noksanı dönemi ya çok kısa ya da bulunmamaktadır.

Çalışmada, aylık ve yıllık su noksanı ve su fazlasındaki eğilim incelenmiş, bu amaçla her istasyonun belirlenen periyotta her bir yılı için su bilançoları hazırlanmış ve eğilimleri belirlenmiştir.



Şekil 2. Örnek istasyonlara ait su bilançosu grafikleri.

Figure 2. Water balance diagrams for sample stations.

2.3. Eğilim Yöntemleri ve Hipotez Testleri

Klimatolojik çalışmalarda, eğilim ölçmek amacıyla birçok istatistiksel yöntem kullanılmakta, bunlar içerisinde Mann-Kendal sıra korelasyon testi, Pearson korelasyon analizi, Sen'in eğilim analizi, Spearman Rho değeri bulunmaktadır (Kalaycı ve Kahya, 1998; Türkeş, 1999; Türkeş, Koç ve Sarış, 2007; Büyükyıldız ve Berktaş, 2004; Çeribaşı, Doğan ve Sönmez, 2013; Bayer Altın ve Barak, 2017). Bu eğilim analizlerinin bir kısmı parametrik bir kısmı ise parametrik olmayan değerlerle istatistiksel ölçüm vermekte, sonuçta azalma ve artma eğilimi olduğuna dair bilgi elde edilmektedir. Eğilim belirlemek amacıyla regresyon analizi de kullanılabilir, serilerdeki zamana bağlı değişim ve eğilim belirlenebilmektedir (Köksal, 1976). Regresyon analizi, diğer analizlerden farklı olarak, bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkinin niceliği hakkında da bilgi içermekte, buna rağmen verilerin normal dağılım gösterme varsayımını gerektirmektedir. Bu nedenle her istasyon verisi için Anderson-Darling testi uygulanmış (Anderson ve Darling, 1952), tüm verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşılmış, bunda veri sayısının (n) değerinin yüksek olmasının etkili olduğu görülmüştür. Bununla beraber, aylık veriler için uygulanan normal dağılım testlerinde, aynı istasyonun bazı aylık verilerinin normal dağılım gösterirken bazı aylarının normal dağılım göstermediği anlaşılmıştır. Bu nedenle çalışmada eğilimin ölçülebilmesi amacıyla hem normal dağılım varsayımı gerektiren ve parametrik bir yöntem olan regresyon hem de herhangi bir varsayım gerektirmeyen, nonparametrik bir analiz olan Mann-Kendal sıra korelasyon testi uygulanmıştır.

Regresyon analizinde bağımlı (y) ve bağımsız (x) değişken arasındaki ilişki eşitlik 3 ile gösterilmekte ve en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilmektedir. Regresyon katsayısı yani b, eşitlik 4, regresyon katsayısına ait hata yani S(b) eşitlik 5 ve regresyon katsayısına ait t değeri ise eşitlik 6 kullanılarak hesap edilmektedir.

$$y = a + bx \quad [3]$$

$$b = \frac{\sum_1^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_1^n x_i^2 - n \bar{x}^2} \quad [4]$$

$$S(b) = \frac{s}{\sqrt{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad [5]$$

$$t = \frac{b}{S(b)} \quad [6]$$

Eşitliklerde, s standart sapmayı, a; regresyon sabitini, yani regresyon doğrusunun ordinat eksenini kestiği noktayı, b; regresyon eğimini yani regresyon katsayısını, x ise zamanı (yıl) ifade etmektedir. Regresyon katsayısı, y=su noksanı ve x=yıl alındığında, regresyon katsayısı yani b, yıllık su noksanı değişim miktarını verecektir (Alpar, 2003; Schroeder, Sjoquist ve Stephan, 1986). Mesela y; su noksanı olarak alındığında ve y=3+0.05x modeli elde edildiğinde, su noksanının her yıl 0.05 mm arttığı söylenebilir. Bu değer 10 ile çarpıldığında 0.05*10=0.5 olur ve 10 yılda 0.5 mm'lik artış vardır yorumu yapılabilir.

Analizlerde elde edilen regresyon katsayıları her zaman anlamlı

olmayabilir. Bunun belirlenmesi için t testi yapılmakta ve katsayının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı belirlenmektedir. Bu amaçla her model için regresyon hataları belirlenir. Hatalar ve katsayılar kullanılarak, regresyon katsayısına ait t değeri elde edilir. Bu değer n-2 serbestlik dereceli t dağılımındaki olasılık değeri (p değeri), regresyon katsayısının anlamlılık değerini vermektedir.

Mann-Kendall sıra korelasyon testi (MK), özellikle normal dağılımı olmayan, veri sayısının sınırlı olduğu durumlarda kullanılan bir ilişki ölçme istatistiğidir. Bu analiz sonucunda elde edilen değerler, yaklaşık normal dağılım gösterirler ve standart değerlere göre değerlendirilirler (Sprent ve Smeeton, 2001). Bu analiz için ilk olarak, herhangi bir değer kendinden önce ve sonraki değerlerle ilişkileri elde edilir. Bu ilişki belirleme işlemi için eşitlik 7'de yer alan kural uygulanır (Pohlert, 2016).

$$sgn(x) = \begin{cases} x < 0 & ; -1 \\ x > 0 & ; +1 \\ x = 0 & ; 0 \end{cases} \quad [7]$$

İlişki değerleri toplanarak S değeri elde edilir (Eşitlik 8).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n sgn(x_j - x_k) \quad [8]$$

Kendall Tau (τ) değerinin belirlenmesi için D değeri bilinmelidir. Bu değer, kombinasyonlarla ilişkilidir ve eşitlik 9 kullanılarak hesap edilmektedir.

Kendall Tau istatistiğine ait varyans değeri eşitlik 11 ile hesap edilir.

$$D = \left[\frac{1}{2} n(n-1) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1) \right]^{1/2} \left[\frac{1}{2} n(n-1) \right]^{1/2} \quad [9]$$

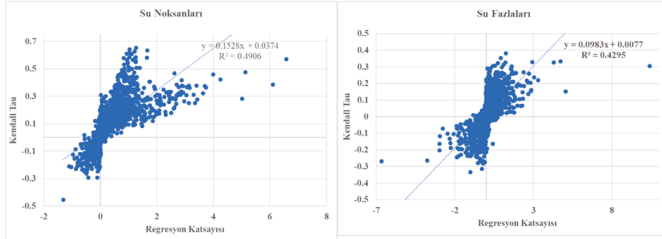
$$\tau = \frac{S}{D} \quad [10]$$

Kendall Tau değerleri, -1 ile +1 arasında değişen değerler gösterir. Sayıların yönü eğilimin yönünü göstermektedir. Kendall Tau değeri, standart sapmaya (varyansın karekökü) bölünerek Zs değerleri elde edilir. Bu Zs değeri, normal dağılıma göre değerlendirilerek olasılık değerleri (p değeri) hesap edilir, hipotezler red ya da kabul edilir.

$$\sigma^2 = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j-5)]}{18} \quad [11]$$

Regresyon analizi sonucunda elde edilen regresyon katsayıları, incelenen parametrenin yıllık değişim miktarını vermektedir. Bu nedenle 1'den daha yüksek değerler alabilmektedir. Bunun hipotez testi ise her modelde regresyon katsayısına ait hatalarla ilişkilidir ve her model için farklı hesaplama gerektirir. Kendall Tau değerleri ise +1 ve -1 arasında değişmekte ve korelasyon katsayısı gibi değerlendirilmektedir. Bu değere ilişkin hipotez testi esnasında belirlenen varyans değeri n değeri ile ilişkilidir. Çalışmada iki analizi birlikte değerlendirilmiş, eğilim ölçme her iki analizle de kontrol edilmiş, eğilim miktarı (değişkende her yıl ne kadar azalma çoğalma olduğu) regresyon analiziyle belirlenmiştir. Bu iki eğilim ölçme istatistiğinin, karşılaştırılması

amacıyla, su noksanları ve su fazlaları eğilimleri için aldıkları değerler, ilişki grafiği üzerinde incelendiğinde, iki değer arasında doğrusal bir ilişki olduğu, biri artarken, diğerinin de arttığı görülmektedir (Şekil 3). Yönleri de birbirine benzesine rağmen, apsis ve ordinatın kesişim sahasında farklı eğilim yönleri oluşabilmektedir. Bu değerler de genel olarak istatistiksel olarak anlamlı olmadıklarından, çok büyük bir farklılık oluşmamaktadır.



Şekil 3. Aylık ve yıllık değerlerle elde edilen regresyon katsayısı ve kendall tau değerleri arasında su noksanı ve fazlalarına göre ilişkiler.

Figure 3. Relationship between regression coefficient and kendall tau values by monthly and annual values separated by water deficit and water surplus.

2.4. Haritalama

Çalışmada, ortalama su açığı ve su fazlası değerlerindeki dağılımın haritalanması amacıyla, sıklıkla kullanılan IDW enterpolasyon yöntemi (Inverse Distance Weighting-Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi) kullanılmıştır (Isaaks, 2018; Setianto ve Triandini, 2013). Bu yöntem, klimatolojik değişkenlerin yüzeye dönüştürülmesi esnasında oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Elde edilen haritalar belli eşik değerlere göre sınıflandırılarak, aylar arasında karşılaştırma yapılabilmesi için sabit bir lejant kullanılmıştır.

Değişkenlere ait Mann-Kendall eğilimleri, kullanılan istasyonların sembelleri ile belirtilmiş, mavi olan sembeler pozitif, kırmızı olan sembeler ise negatif eğilimi belirtecek şekilde ayarlanmış, sembe büyüklükleri ise istatistiksel anlamlılık seviyelerini göstermektedir. Elde edilen regresyon katsayıları, IDW enterpolasyon yöntemi ile yüzeye dönüştürülmüş, bu yüzeyden 0.2 değer ile eş regresyon katsayısını eğrileri oluşturulmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı olan regresyon katsayıları ise ait voronoi çokgenleri renklendirilmiş, anlamlı olmayan değerlerin bulunduğu çokgenler boş bırakılmıştır.

3. Bulgular

Çalışmada hidrografik öğelerdeki eğilimler analiz edilmiş, anlatıma su yılı başlangıcı olan ekim ayından başlanmış, eylül ayında tamamlanmıştır. Çalışma esnasında görülmüştür ki, Türkiye'nin her yerinde su yılı ekim ayında başlamamakta, bazı istasyonlarda kasım, hatta aralık ayına kadar gecikebilmektedir. Çalışmanın anlatımında önce mevcut durum anlatılmış daha sonra su noksanları ve su fazlalarındaki eğilimlere değinilmiş ve diğer çalışmalarla karşılaştırmaları her ay için ayrı ayrı yapılmıştır. Bazı aylarda sadece su açığı bazı aylarda ise sadece su fazlası belirlenmiş ve sadece belirlenen değere göre eğilimler açıklanmıştır. Bazı aylarda ise genel olarak su fazlası ya da noksanı belirlense de diğer parametreye ait tüm Türkiye'yi kapsamayan değerler elde edilmiş, bu değerlere ait harita üretilmemiş sadece metin içinde, tablolara bağlı kalınarak anlatılmıştır. Anlatımlar esnasında eğilimlerin verilmesi amacıyla regresyon analizi sonuçlarından faydalanılmış, Mann-Kendal analiz sonuçlarının

faydalanılmıştır.

3.1. Türkiye'de Aylık Su Noksanları ile Su Fazlaları ve Eğilimleri

3.1.1. Ekim ayı su noksanları ile su fazlaları ve eğilimleri

Ekim, Türkiye'de hem su noksanının hem de su fazlasının olduğu bir aydır. Bu ayda 1971-2010 ortalamalarına göre, Batı Karadeniz Bölümü'nün kıyı istasyonları, Doğu Karadeniz Bölümü'nde (Gümüşhane ve İspir istasyonları hariç) yer alan istasyonlar ile Ordu, Ünye ve Tercan istasyonlarında su fazlası, Türkiye'nin geriye kalan bölümünde ise su noksanları belirlenmiştir. Ekim ayındaki su noksanları genel olarak 25 mm'nin altında gerçekleşmekte, Adana Bölümü'nde Silifke-Kozan arasındaki istasyonlarda 25 mm'yi aşmakta, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güneyine doğru artmakta ve 25-50 mm arasında gerçekleşmekte, Nusaybin ve Cizre istasyonlarında ise 100 mm'ye yaklaşmaktadır (Şekil 4a).

Ekim ayında, Hopa, Pazar, Rize ve Giresun istasyonlarında 1971-2010 yılları arasında sürekli su fazlası değerleri hesaplanmış bu nedenle su noksanı eğilimleri hesaplanamamıştır. Bu ayda bazı istasyonlar için de sürekli su noksanı değerleri belirlendiği için, su fazlaları için eğilim hesaplanamamıştır. Ekim ayında, incelenen dönemde su fazlası hesaplanamayan çok fazla istasyon bulunmakta, bunlar da uzun yıllık ortalama değerlere göre su noksanı olan sahalar olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 4a-b-



Şekil 4. a) Ekim ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Ekim ayı su noksanı eğilimleri, c) Ekim ayı su fazlası eğilimleri.

Figure 4. a) long-time average water deficit and water surplus in October (1971-2010), b) trends of water deficit in October, c) trends of water surplus in October.

c). Bu ayda bir kısım istasyonda ise bazı yıllarda su fazlası bazı yıllarda ise su noksanı hesaplanmıştır (Örnek: Sinop, Bafra, Sakarya). Bu nedenle bu istasyonlarda hem su fazlası hem de su noksanı için eğilimler hesap edilebilmiştir. Bu istasyonlar ise genel olarak Karadeniz ve Kuzey Ege kıyılarında yer almaktadır (Şekil 4a-b-c).

Ekim ayı su noksanlarının regresyon analizi sonucunda, incelenen istasyonların 87'sinde azalma, geriye kalan 92 istasyonda ise artma eğilimi belirlenmiş, 4 istasyonda ise sürekli su fazlası hesaplandığından su noksanı eğilimi analiz edilmemiştir (MK analizinde 94 azalma, 85 istasyonda ise artma eğilimi belirlenmiştir). Su noksanları, genel olarak Antalya Bölümü'nün batısında, Marmara Denizi çevresinde, Kıyı Ege Bölümü'nde, Orta ve Doğu Karadeniz Bölümü'nün tamamı ile Batı Karadeniz'in batı yarısındaki istasyonlarda, Yukarı Kızılırmak Bölümü, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Mardin ve Cizre istasyonları haricindeki istasyonlarda ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin batı yarısında azalmakta, Türkiye'nin geriye kalan kısmında artmaktadır. Azalma eğilimleri regresyon analizinde İnebolu, İspir ($p < 0.1$), Akçaabat ve Artvin ($p < 0.05$), MK eğilim testinde sadece Akçaabat ($p < 0.05$), artma eğilimleri ise regresyon analizinde Mersin ve Antakya ($p < 0.05$) MK eğilimlerinde ise Mersin ve Ahlat ($p < 0.1$) istasyonunda istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 4b). Bu durum değerlendirildiğinde, uzun yıllık ortalama değerlere göre su fazlası olan sahalarda su noksanlarının azaldığı, su noksanı olan sahalarda ise su noksanları hem artma hem de azalma eğilimi gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 4a-b).

Ekim ayında incelenen istasyonların sadece 34'ünde su fazlası değeri hesap edilebilmiştir. Bu istasyonlar genel olarak Karadeniz kıyılarında, Ergene Havzası'nda, Kuzey Ege kıyılarında ve Güney Marmara'da yer almaktadırlar. Regresyon analizine göre bu istasyonların 6'sında negatif (MK eğilimi analizinde 8), geriye kalan 28 istasyonda ise pozitif regresyon katsayıları belirlenmiştir. Pozitif regresyon katsayıları Doğu ve Batı Karadeniz kıyılarında yükselmekte ve istatistiksel olarak anlam kazanmaktadır ($p < 0.05$ ve $p < 0.1$) (Şekil 4a-c). MK eğilimi analizinde de Bartın ($p < 0.01$), Pazar ($p < 0.05$), Amasra ve Edremit ($p < 0.1$) istasyonlarında anlamlı artışlar belirlenmiştir.

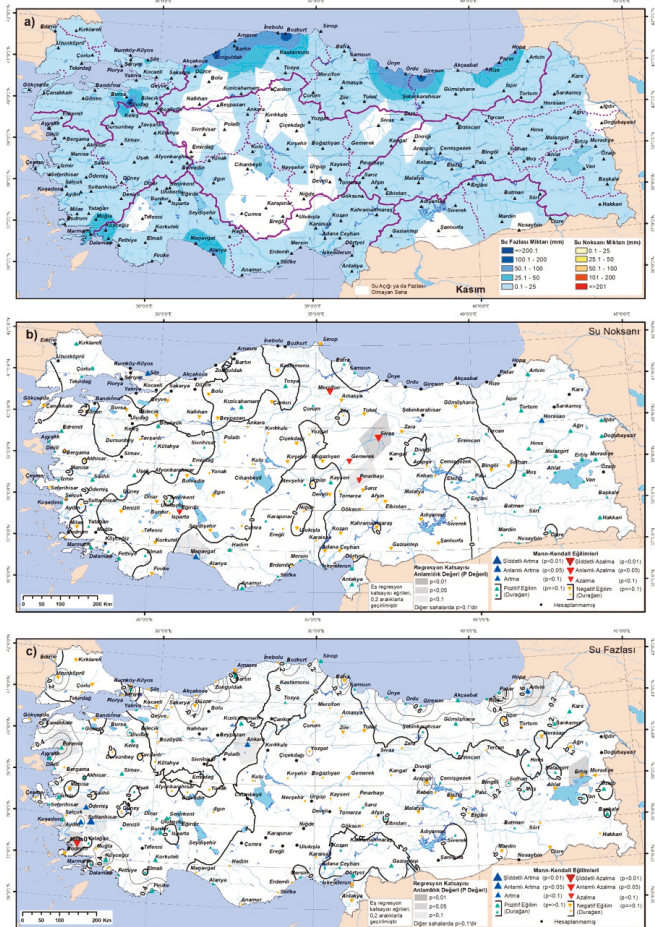
3.1.2. Kasım ayı su noksanları ile su fazlaları ve eğilimleri

Kasım ayında Türkiye, uzun yıllık ortalama değerlere göre genel olarak su fazlalarının görüldüğü bir sahayken, su noksanlarının 0,1 mm'den küçük olduğu ve hiçbir zaman su fazlası vermeyen sahaları da barındırmaktadır. Bu özelliklere sahip toplam 24 istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlar genel olarak İç Anadolu Bölgesi'nde toplanmakta, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Iğdır ve Doğubayazıt ile Divriği ve Sivas, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Şanlıurfa ve Nusaybin, Batı Karadeniz'de Bolu ve Akdeniz Bölgesi'nde Tefenni istasyonları da bu grup içine girmektedir. Bunun haricinde kalan istasyonlarda genel olarak su fazlası hesaplanmış, fakat uzun yıllık ortalama değerlere göre su fazlası hesaplanan bu istasyonlarda bazı yıllarda su noksanları da belirlenmiştir.

Uzun yıllık ortalama değerlere göre kasım ayında su fazlası değerleri Giresun, Bozkurt, Zonguldak, Uludağ istasyonlarında 100 mm'yi geçmektedir. Türkiye genelinde 25 mm'nin altında olan su fazlaları, Antalya Körfezi doğusunda Manavgat ve Alanya, güneybatıda Marmaris, Dalaman, Köyceğiz ve Muğla, Güney

Marmara'da Uludağ çevresinde, Karadeniz kıyılarında ise Akçakoca-Bozkurt ve Ünye-Giresun istasyonlarında 25 mm'yi geçmektedir (Şekil 5a).

Kasım ayında Türkiye'de, incelenen periyot boyunca hiçbir zaman su noksanı hesaplanmamış 33 istasyon bulunmakta, bu istasyonlar Karadeniz kıyısında, güney Ege kıyılarında ve yüksek sahalarda dağılışı göstermektedir (Şekil 5b). Türkiye'de kasım ayındaki su noksanı eğilimleri incelendiğinde hem artma hem de azalmaların olduğu ancak bu eğilimlerin çok az istasyonda istatistiksel olarak anlam seviyesini aştığı görülmektedir. Bu ayda su noksanları, Şanlıurfa-Akçaabat arasında çizilecek bir hattın doğusunda, Kıyı Ege Bölümü güneyindeki kıyı istasyonlarında, Trakya'da, Manavgat-Mersin arasındaki istasyonlarda ve buradan Yozgat uzanan hat ve çevresinde, İç Ege Bölümü'nün kuzey yarısında, Şile, Sivrihisar, Beypazarı, Kızılcahamam, Bolu, Tosya, Bafra ve Samsun istasyonlarında artma eğilimleri göstermektedir. Artma eğilimleri regresyon analizine göre sadece Şile ve Manavgat ($p < 0.1$), MK eğilim değerlerine göre ise Manavgat, Şile ve Horasan ($p < 0.1$) istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır. Geriye kalan istasyonlardaki su noksanları, azalma eğilimleri göstermektedir. Azalma eğilimleri iseregresyon analizine göre sadece Sivas ($p < 0.05$) ve Pınarbaşı ($p < 0.1$), MK eğilimlerinde ise Sivas, Merzifon ($p < 0.05$), Pınarbaşı, Eğirdir ve Gemerek ($p < 0.1$) istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 5b).



Şekil 5. a) Kasım ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalama değerleri (1971-2010), b) Ekim ayı su noksanı eğilimleri, c) Kasım ayı su fazlası eğilimleri.

Figure 5. a) Long-time average water deficit and water surplus in November (1971-2010), b) trends of water deficit in November, c) trends of water surplus in November.

Kasım ayında yukarıda belirttiği gibi, hiçbir zaman su fazlası vermeyen sahalar bulunmaktadır. Bu ayda incelenen periyot boyunca Türkiye'nin büyük bir bölümünde belirlenen su fazlaları hem azalma hem de artma eğilimleri göstermektedir. Artma eğilimleri, Doğu ve Orta Karadeniz Bölümü kıyılarında, Güney Marmara Bölümü ve Ege Bölgesi'nde, Adana Bölümü'nde doğusunda, İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara ve Kızılcahamam, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Gaziantep ve Siverek, Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise Yukarı Murat Havzası'nda, Kars, Sarıkamış ve Özalp istasyonları ve çevrelerinde belirlenmiştir. Türkiye'nin geriye kalan kısmındaki su fazlaları azalma eğilimi göstermektedir. Artma eğilimleri regresyon analizine göre Artvin, Ankara, Edremit, Ödemiş, Kuşadası ve Sultanhisar ($p < 0.1$) istasyonlarında, MK eğilimlerine göre Sultanhisar ($p < 0.01$), Artvin, Aydın, Ödemiş, Ankara ($p < 0.01$), azalma eğilimleri ise regresyon analizinde Milas ve Erciş ($p < 0.05$), MK analizinde ise sadece Milas ($p < 0.05$) istasyonunda istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 5c).

3.1.3. Aralık ayı su noksanları ile su fazlaları ve eğilimleri

Uzun yıllık ortalama değerlere göre aralık ayında, Ereğli, Iğdır ve Doğubayazıt istasyonlarında su fazlası değeri hesaplanamamış, su noksanlarının ise 0.1 mm'den düşük olduğu görülmüştür. Bu ayda Türkiye'nin geriye kalan istasyonlarında su fazlaları belirlenmiştir. Su fazlası değerleri Toros Dağları çevresinde, Ege kıyılarında ve Marmara Denizi'nin güney kıyıları ile Orta ve Doğu Karadeniz Bölümlerinin kıyıda kalan istasyonlarında yükselerek 50 mm'yi aşmakta, Türkiye'nin diğer bölgelerinde ise 25 mm'nin altında kalmaktadır (Şekil 6a).

Aralık ayında, bazı yıllarda istasyonların bir kısmı için su noksanları da hesap edilmiştir. Toplam sayısı 14 olan bu istasyonlar için regresyon katsayıları ve eğilimleri de belirlenmiştir. Genel olarak azalma eğilimi gösteren su noksanlarının hiçbirisi istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 2).

Tablo 2. Aralık ayında su noksanı hesaplanan istasyonların, regresyon katsayıları, Kendal Tau değerleri ve bunların anlamlılık değerleri.

Table 2. Regression coefficients and Kendall Tau values with their significance values of stations which has water deficit in December.

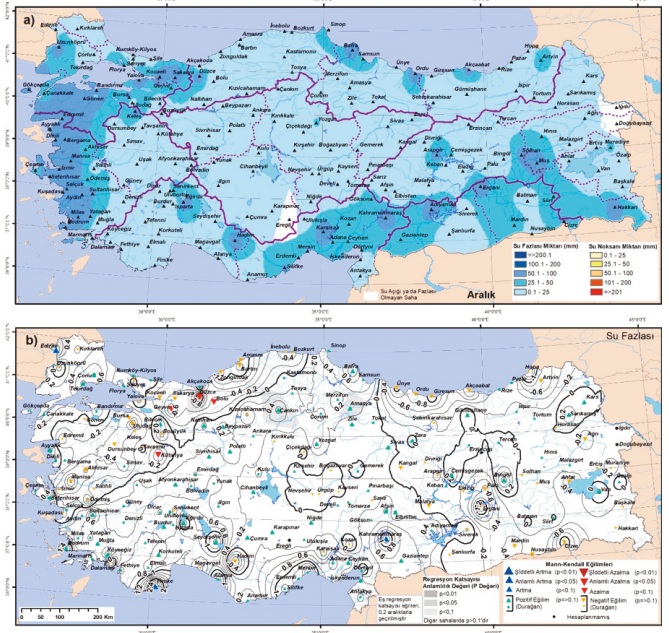
İstasyon	RK	P Değeri	İstasyon	Kendal Tau	P Değeri
Burdur	-0.010	0.110	Burdur	-0.212	0.109
Şanlıurfa	-0.027	0.110	Şanlıurfa	-0.212	0.109
Silifke	-0.074	0.110	Silifke	-0.212	0.109
Mersin	-0.048	0.110	Mersin	-0.212	0.109
Adana Bölge	-0.056	0.110	Adana Bölge	-0.212	0.109
Kozan	-0.056	0.110	Kozan	-0.212	0.109
Karaisalı	-0.068	0.110	Karaisalı	-0.212	0.109
Erdemli	-0.065	0.110	Erdemli	-0.212	0.109
Ceyhan	-0.040	0.110	Ceyhan	-0.212	0.109
Dikili	0.022	0.183	Dikili	0.178	0.179
Iğdır	-0.005	0.370	Iğdır	-0.120	0.363
Sinop	-0.004	0.469	Sinop	-0.097	0.462
Neveşehir	0.006	0.469	Neveşehir	0.097	0.462
Nallıhan	-0.006	0.469	Nallıhan	-0.097	0.462

1971-2010 yılları arasında, Doğubayazıt, Iğdır ve Ereğli istasyonlarında, aralık ayında incelenen dönem boyunca su fazlaları 0 olarak belirlenmiş ve bu istasyonlar eğilim analizi dışında bırakılmıştır.

Aralık ayında Türkiye'deki su fazlaları, Akdeniz, Ege Bölgesi'nin güney yarısı, İç Anadolu Bölgesi, Orta Fırat Bölümü ve Orta Karadeniz Bölümü ve Trakya'da artmakta, geriye kalan bölgelerde azalmaktadır. Su fazlasındaki artış eğilimleri, regresyon analizinde Edirne, Çankırı ve Amasya istasyonlarında ($p < 0.1$), MK

eğilimi analizinde ise Kahramanmaraş, Finike ve Edirne istasyonlarında ($p < 0.1$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Artış oranları Akdeniz ve Ege kıyılarında yükselmekte, 1 mm/yıl değerini aşmaktadır. Azalma eğilimi ise regresyon analizinde sadece Düzce ($p < 0.1$), MK eğilimlerinde ise Düzce, Kütahya, Geyve ve Bolu ($p < 0.1$) istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 6b).

Azalma değerleri, Karadeniz kıyılarına doğru yükselmekte ve 1 mm/yıl değerini aşmaktadır.



Şekil 6. a) Aralık ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Aralık ayı su fazlası eğilimleri.

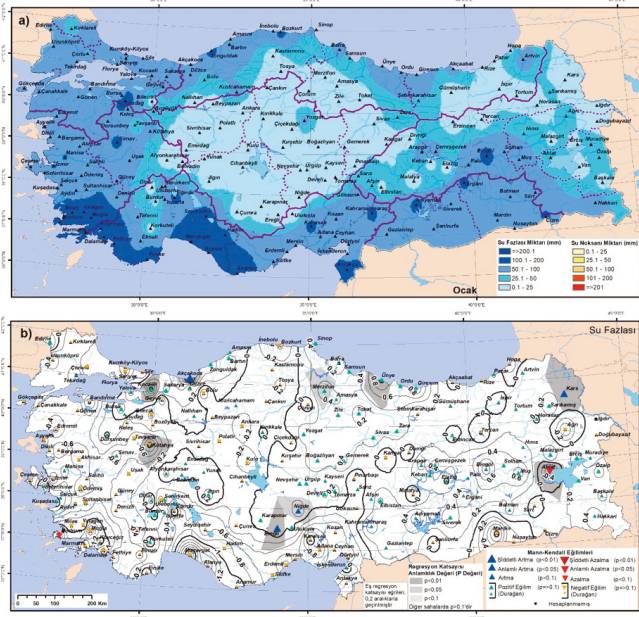
Figure 6. a) Long-time average water deficit and water surplus in December (1971-2010), b) Trends of water surplus in December.

3.1.4. Ocak ayı su noksanları ile su fazlaları ve eğilimleri

Ocak, tüm Türkiye'de su fazlasının olduğu bir aydır. Su fazlası değerleri, kıyı bölgeleri ile dağlık alanlarda yükselmektedir. Bu ayda, Antalya Bölümü kıyı istasyonları ile Güney Ege kıyılarındaki istasyonlardaki su fazlası değerleri 100 mm'yi aşmaktadır. 100 mm'yi aşan su noksanları Toros Dağları ve çevresinde, Batı Karadeniz kıyısında (Zonguldak, Bozkurt), Ege Bölgesi'nde (İzmir, Manisa ve Simav) ve Uludağ istasyonunda belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nin genelinde, Orta Karadeniz Bölümü'nün iç kesimlerinde, Doğu Anadolu Bölgesi'nin depresyonlarındaki istasyonlarda ve Doğu Karadeniz Bölümü'nün iç kesimlerinde su fazlası miktarı 25 mm'nin altında kalmaktadır (Şekil 7a).

Türkiye'de ocak ayı su fazlası eğilimleri incelendiğinde hem su fazlası azalan hem de artan sahalar olduğu görülmektedir. Akdeniz ve Ege Bölgesi ile Marmara Bölgesi'nin Kocaeli ve çevresindeki istasyonlar haricinde kalan bölümlerinde, Pınarbaşı-Hopa istasyonları arasına çekilecek bir hat üzerindeki istasyonlarda, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bazı istasyonlar ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güneyinde yer alan istasyonlarda su fazlaları azalmakta, Türkiye'nin geriye kalan kesimlerinde artma eğilimi göstermektedir. Azalma eğilimleri, Akdeniz ve Ege Bölgesi'nin kıyı istasyonlarında yükselmekte, 1 mm/yıl değerini aşmaktadır. Bu eğilimler regresyon analizine göre Kütahya ve Ahlat ($p < 0.1$), MK eğilimlerine göre ise Ahlat ($p < 0.05$)

ve Bodrum ($p<0.1$) istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır. Artma eğilimleri regresyon analizine göre Kocaeli ve Batı Karadeniz Bölümü'nde yükselmekte, Akçakoca, Niğde Merzifon ($p<0.05$), Ünye, Kars, Kocaeli ve Ereğli ($p<0.1$), MK eğilimlerinde ise Akçakoca ($p<0.01$), Ereğli, Kars ($p<0.05$) ve Niğde ($p<0.1$) istasyonlarında istatistiksel anlam kazanmaktadır (Şekil 7b).



Şekil 7. a) Ocak ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Ocak ayı su fazlası eğilimleri.

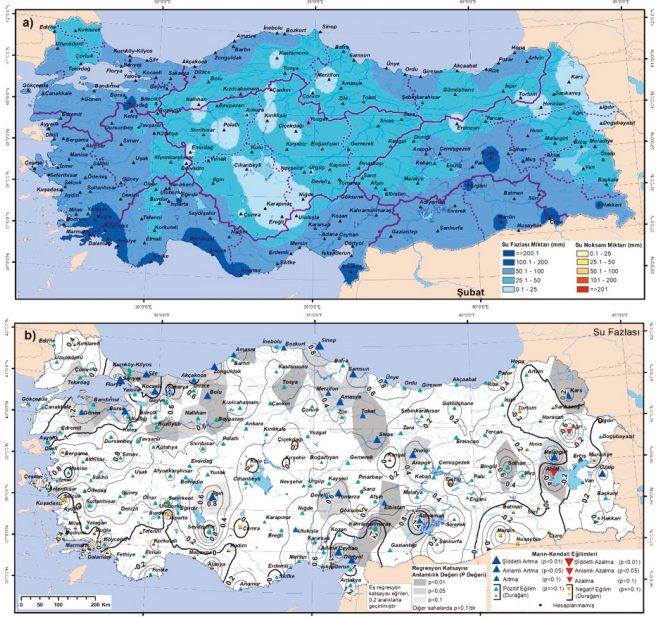
Figure 7. a) Long-time average water deficit and water surplus in January (1971-2010), b) trends of water surplus in January.

3.1.5. Şubat ayı su noksanları ile su fazlası ve eğilimleri

Şubat, Türkiye'nin tamamında su fazlası olan bir aydır. Şubatta, ocak ayında yüksek su fazlası olan sahalarda su fazlası miktarı düşmüş buna rağmen su fazlası az olan sahalardaki su fazlası miktarı artmıştır (Şekil 7a, Şekil 8a). Şubat ayında, 100 mm'nin üzerinde su fazlası bulunan toplam 18 istasyon bulunmakta ve Akdeniz ve Ege kıyıları ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güney sınırında ve Güneydoğu Toroslar çevresi ile Ergani ve Bingöl'de yer almaktadır. Bu istasyonları çevreleyen sahalarda ile Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kuşağında, Marmara Bölgesi'nin Ergene Havzası ve kuzeyi haricinde kalan bölümlerinde, Ege Bölgesi'nin İç Anadolu Bölgesi'ne komşu istasyonları haricinde kalan bölümlerinde, Akdeniz Bölgesi'nin Göller Bölgesi batısındaki Korkuteli, Burdur ve Dinar istasyonları haricinde kalan bölümlerinde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin tamamı ile Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneyinde 50-100 mm arasında su fazlası bulunmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde Konya Kapalı Havzası'nda ve bölgedeki depresyonlarda kalan istasyonlar ile, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeyinde yer alan depresyonlarda su fazlası miktarları 25 mm'nin altındadır (Şekil 8a).

Şubat ayı Türkiye su fazlası değerleri genel olarak artma eğiliminde olsa da bazı istasyonlarda azalmalar da belirlenmiştir. Bu ayda 36 istasyonda negatif regresyon katsayısı belirlenmiş (MK eğiliminde 38), bu istasyonlarda azalma eğilimleri olduğu görülmüştür. Azalma eğilimleri, Antalya Bölümü ile Güney Ege kıyıları ve iç kesimlerinde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Mardin, Nusaybin ve Cizre, Kuzeydoğu Anadolu'da Artvin, Tortum, Horasan, Sarıkamış, Ağrı ve Iğdır ile Ahlat ve Kangal'da, İç

Anadolu'da ise Kulu, Kırşehir ve Çiçekdağı istasyonlarında belirlenmiştir. Azalmalar, regresyon analizinde Ahlat ($p<0.1$), MK eğilimlerinde ise Ahlat ($p<0.05$) ve Ağrı istasyonunda ($p<0.1$) istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır. Türkiye'nin geriye kalan kısmında artma eğilimi gösteren su fazlası değerleri, Marmara, Batı ve Orta Karadeniz ile Adana Bölümü'nün doğu kesimine doğru yükselmekte ve hem regresyon hem MK eğilimlerinde farklı seviyelerde istatistiksel anlam kazanmaktadır. Bu sahalardaki artma eğilimleri 1 mm/yıl değerini geçmektedir (Şekil 8b).



Şekil 8. a) Şubat ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Şubat ayı su fazlası eğilimleri.

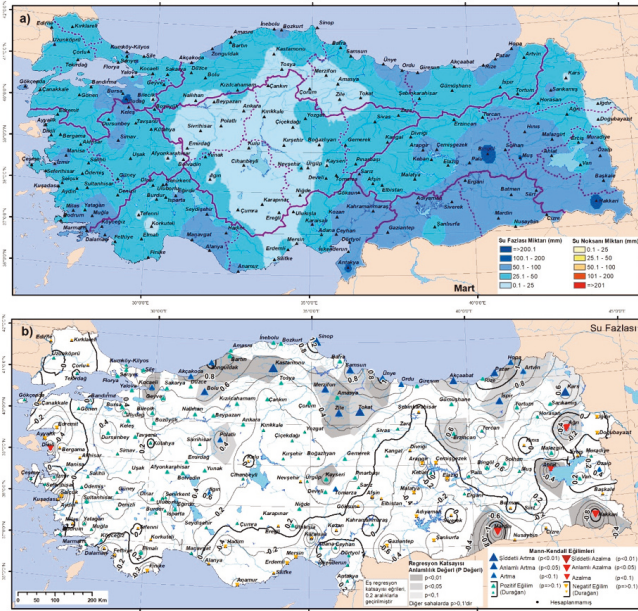
Figure 8. a) Long-time average water deficit and water surplus in February (1971-2010), b) trends of water surplus in February.

3.1.6. Mart ayı su noksanları ile su fazlası ve eğilimleri

Mart ayında Türkiye'nin tamamında su fazlası bulunmakta, bu değerler şubat ayına göre daha düşük kalmaktadır (Şekil 8a, Şekil 9a). Bu ayda 100 mm'yi aşan su fazlası değerleri yalnızca Uludağ, Antakya, Bingöl, Muş ve Hakkâri istasyonlarında belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nin Sivas ve Kayseri çevresindeki istasyonlar haricindeki bölümleri ile, Orta ve Batı Karadeniz'in iç kesimlerinde 25 mm'nin altında su fazlası miktarları belirlenmiştir. Türkiye'nin geriye kalan kısımlarında ise 25-100 mm arasında su fazlası değerleri bulunmaktadır (Şekil 9a).

Mart ayında su fazlası değerleri regresyon analizinde genel olarak Türkiye'nin güneyindeki 56 istasyonda azalma (MK eğilimlerine göre 54), kuzeyde yer alan 127 istasyonda ise artma eğilimi göstermektedir. Azalma eğilimleri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneyi, Akdeniz ve Ege kıyıları ile Trakya'da belirlenmiştir. En yüksek azalma değeri -1.6 regresyon katsayısı ile Mardin'de belirlenmiştir. Bu değere göre Mardin ve çevresinde su fazlası değeri yılda 1.6 mm azalmaktadır. Azalma eğilimleri regresyon analizine göre Ağrı ($p<0.05$), Hakkâri, Ahlat ve Mardin ($p<0.1$), MK eğilimlerinde ise Ağrı, Hakkâri, Mardin ($p<0.05$), Ahlat ve Dikili ($p<0.1$) istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır. Su fazlası değerlerindeki artma eğilimleri kuzeye doğru yükselmekte ve Karadeniz kıyılarındaki 1 mm/yıl değerini aşmaktadır (Pazar 1.6 mm/yıl). Artma eğilim-

leri İç Anadolu ve Ege Bölgesi'nde düşük değerdedir. Artışlar, Karadeniz Bölgesi'nde hem regresyon hem de MK eğilimlerine göre farklı seviyelerde istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 9b).



Şekil 9. a) Mart ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Mart ayı su fazlası eğilimleri.

Figure 9. a) Long-time average water deficit and water surplus in March (1971-2010), b) trends of water surplus in March.

3.1.7. Nisan ayı su noksanları ile su fazlası ve eğilimleri

Nisan ayı, Türkiye'nin tamamında su fazlasının hesaplandığı son aydır. Bu ayda su fazlası değerleri, Türkiye genelinde 25 mm'nin altındadır. Su fazlası, doğuya ve dağlık alanlara doğru yükselmektedir. Marmara Bölgesi'nde Uludağ, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Bingöl, Solhan, Muş, Ahlat, Hakkâri ve Siirt istasyonlarında 50 mm'nin üzerinde bu istasyonların çevresinde ise 25-50 mm arasında su fazlası değerleri belirlenmiştir (Şekil 10a).

Nisan ayı, ortalama değerlere göre tüm Türkiye'de su fazlası hesaplanmasına rağmen, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde 5 istasyon ile Beypazarı istasyonunda su açıkları belirlenebilmiş, uygulanan analizler sonucunda, hiçbir istasyonun istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim göstermediği anlaşılmıştır (Tablo 3).

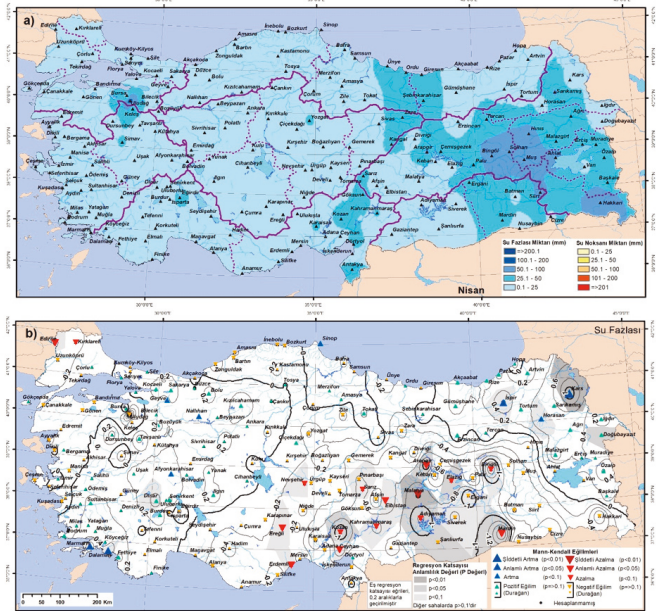
Tablo 3. Nisan ayında su noksanı hesaplanan istasyonların eğilim analizi sonuçları

Table 3. Regression coefficients and kendall tau values with their significance values of stations which has water deficit in April.

İstasyon	Regresyon Katsayısı	P Değeri	İstasyon	Kendall Tau	P Değeri
Şanlıurfa	0.017	0.131	Şanlıurfa	0.201	0.130
Adana Bölge	-0.007	0.702	Adana Bölge	-0.052	0.697
Mersin	-0.002	0.839	Mersin	-0.045	0.733
Silifke	-0.002	0.899	Silifke	-0.017	0.897
Beypazarı	0.000	0.899	Beypazarı	-0.017	0.897
Karaisalı	-0.008	0.899	Karaisalı	-0.017	0.897
Ceyhan	0.000	0.899	Ceyhan	-0.017	0.897

Nisan ayındaki su fazlası değerleri, 97 istasyonda (MK eğilimlerine göre 105) negatif geriye kalan 86 istasyonda ise pozitif regresyon katsayısına sahiptir. Doğu Karadeniz Bölümü ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin doğu yarısında, Ege Bölgesi (kuzey Ege kıyıları hariç) ve Sakarya Havzası ile Çatalca-Kocaeli bölümlerinde artma, Türkiye'nin geriye kalan bölgelerinde ise azalma eğilimleri görülmektedir. Artma eğilimleri regresyon analizine göre

Kars ($p < 0.01$), Doğubayazıt ($p < 0.05$), Horasan, İspir, Dinar ve Dalaman ($p < 0.1$), MK eğilimlerine göre ise Kars ($p < 0.01$), İspir, Marmaris, Dalaman ($p < 0.05$), Nallıhan, Sinop, Geyve, Horasan, Afyonkarahisar ($p < 0.1$) istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır. Azalma eğilimleri hem regresyon hem de MK eğilimlerine göre Adana Bölümü, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneybatı kesimlerinde farklı seviyelerde istatistiksel anlam kazanmaktadır (Şekil 10b). Azalma eğilimi değerleri Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne doğru yükselmekte 1 mm/yıl değerini aşmaktadır.



Şekil 10. a) Nisan ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Nisan ayı su fazlası eğilimleri.

Figure 10. a) Long-time average water deficit and water surplus in April (1971-2010), b) trends of water surplus in April.

3.1.8. Mayıs ayı su noksanları ile su fazlası ve eğilimleri

Mayıs, Türkiye'de hem su noksanlarının hem su fazlasının hesap edildiği bir aydır. Bu ayda, Nusaybin-Rize arasına çekilecek bir hattın doğusu ile, Güney Marmara Bölümü'nün doğu yarısı ve Çatalca-Kocaeli Bölümlerinde su fazlası, Türkiye'nin geriye kalan kısımlarında ise su noksanları belirlenmiştir. Hem su noksanları hem de su fazlası değerleri 25 mm'nin altında belirlenmiş, bu ayın Türkiye genelinde su noksanları ile su fazlası arasında bir denge ayı olduğu görülmüştür (Şekil 11a).

Mayıs ayında, Doğu Anadolu ve Karadeniz Bölgesi ile Göller Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi'nin doğusu ve Güney Marmara Bölümü'ndeki bir kısım istasyonda, incelenen dönem boyunca su noksanı hesaplanmadığından, bu sahalar için eğilim değeri belirlenmemiştir. Bu ayda su noksanı değerleri Marmara (Ergene Havzası hariç), Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde artma eğilimi göstermektedir. Artma eğilimleri hem regresyon hem de MK eğilimlerine göre Akdeniz kıyıları ile Marmara Bölgesi'nde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde istatistiksel olarak farklı seviyelerde anlamlıdır (Şekil 11b).

Mayıs ayında su fazlası değerleri, Ege ve Akdeniz kıyı istasyonları ile bazı mikroklima özelliği gösteren sahalarda sürekli 0 değeri gösterdiğinden, eğilim analizi dışında bırakılmıştır (Şekil 11c). Bu ayda, Göller Bölgesi'nin batısı, kuzeydoğu Anadolu ve

Karadeniz kıyıları ve Marmara Bölgesi'ndeki bir kısım istasyon haricinde genel olarak su fazlası değerlerinde azalmalar belirlenmiştir. Azalmalar, regresyon analizine göre Kastamonu, Isparta, Düzce ($p<0.05$), Çorum, Van, Kızılcahamam ve Uludağ ($p<0.1$), MK eğilimlerine göre Pınarbaşı, Bartın, Isparta, Çorum ($p<0.05$), Kastamonu ve Uludağ ($p<0.1$), artışlar ise regresyon analizine göre sadece Horasan istasyonunda ($p<0.1$) istatistiksel olarak anlamlıdır.



Şekil 11. a) Mayıs ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Mayıs ayı su noksanı eğilimleri, c) Mayıs ayı su fazlası eğilimleri.
Figure 11. a) Long-time average water deficit and water surplus in May (1971-2010), b) trends of water deficit in May, c) trends of water surplus in May.

3.1.9. Haziran ayı su noksanları ile su fazlası ve eğilimleri

Haziran ayında, Hopa, Pazar, Kars ve Sarıkamış istasyonlarında su açığı değerleri hem uzun yıllık ortalama değerlere göre hem de yıllar itibarıyla 0 çıkmış, regresyon analizi dışında bırakılmıştır. Bu ayda su noksanı miktarları Türkiye'nin güneyine ve güneybatısına doğru artmaktadır. En yüksek su noksanı Cizre'de (217 mm) belirlenmiştir. Su noksanları, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nin kıyı kuşağında 100 mm'yi aşmakta, Karadeniz Bölgesi, İç ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzey kesimi ile İç Ege Bölümü'nde 25 mm'nin altında kalmaktadır (Şekil 12a).

Haziran ayında su noksanlarındaki eğilimlere bakıldığında; Amasya, Bafra, Özalp, Zonguldak, Sinop, Iğdır, Pınarbaşı, Çorlu, Solhan ve Tortum istasyonlarında azalma, geriye kalan 173 istasyonda ise artma olduğu anlaşılmıştır. Azalma eğilimleri istatistiksel olarak anlamlı değilken artma eğilimleri Türkiye'nin güney ve batısına doğru istatistiksel anlam kazanmaktadır ($p<0.01$, $p<0.05$ ve $p<0.1$ düzeylerinde). Artışlar, Güneydoğu

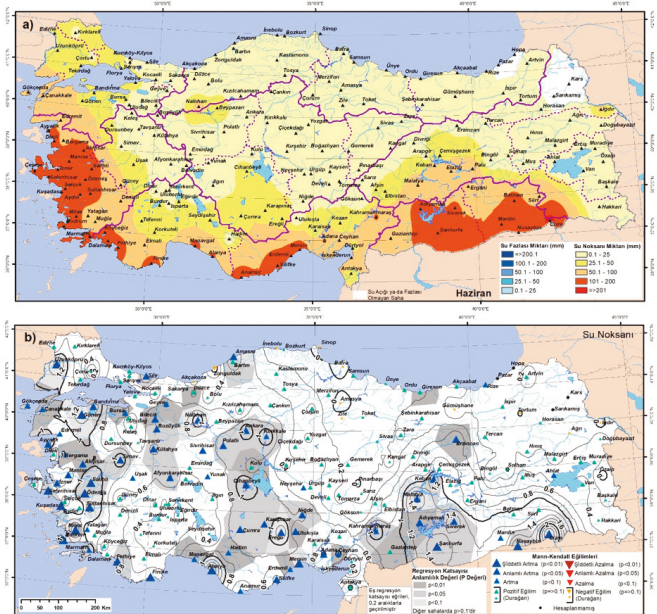
Anadolu Bölgesi ve Ege Bölgesi ile Sakarya Havzası'ndaki istasyonda 1 mm/yıl değerini aşmaktadır (Şekil 12b).

Haziran ayında, incelenen dönem içinde 25 istasyonda bazı yıllar için su fazlası da belirlenmiş, bu istasyonlardaki su fazlası için eğilimler hesap edilebilmiştir (Tablo 4). Karadeniz Bölgesi ve Kuzeydoğu Anadolu'da dağılışı gösteren bu istasyonlarda artma hem de azalma eğilimleri belirlenmiş, buna rağmen regresyon analizine göre sadece Pazar, MK eğilimlerine göre ise sadece Hopa istasyonundaki artışların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Haziran ayında su noksanı hesaplanan istasyonların eğilim analizi sonuçları

Table 4. Regression coefficients and kendall tau values with their significance values of stations which has water deficit in June.

İstasyon	Reg. Katsayısı	P Değeri	İstasyon	Kendal Tau	P Değeri
Pazar	0.670	0.039	Hopa	0.221	0.081
Şebinkarahisar	-0.135	0.110	Şebinkarahisar	-0.212	0.109
Kangal	-0.152	0.110	Kangal	-0.212	0.109
Pınarbaşı	-0.169	0.110	Pınarbaşı	-0.212	0.109
Sarız	-0.034	0.110	Sarız	-0.212	0.109
Rize	0.524	0.219	Pazar	0.187	0.140
Bozkurt	0.071	0.247	Rize	0.152	0.223
Bağcı	0.054	0.247	Bozkurt	0.155	0.242
Uludağ	-0.396	0.366	Bağcı	0.155	0.242
Tortum	0.065	0.411	Ünye	0.118	0.368
Ağrı	-0.089	0.418	Ağrı	-0.109	0.411
Ünye	0.071	0.535	Kars	0.054	0.671
Hopa	0.190	0.638	Zara	0.052	0.697
Sarıkamış	-0.081	0.654	Sarıkamış	-0.042	0.737
Zara	0.017	0.702	Özalp	0.040	0.762
Özalp	0.022	0.766	Tosya	-0.029	0.829
Tosya	-0.012	0.832	Solhan	-0.029	0.829
Solhan	-0.002	0.832	Tortum	0.020	0.877
Kars	0.008	0.950	Akçakoca	0.006	0.965
Akçakoca	0.003	0.966	Bartın	0.006	0.965
Bartın	0.010	0.966	Zonguldak	0.006	0.965
Zonguldak	0.004	0.966	İnebolu	0.006	0.965
İnebolu	0.003	0.966	Samsun	0.006	0.965
Samsun	0.004	0.966	Kastamonu	0.006	0.965
Kastamonu	0.000	0.966	Uludağ	-0.002	0.987



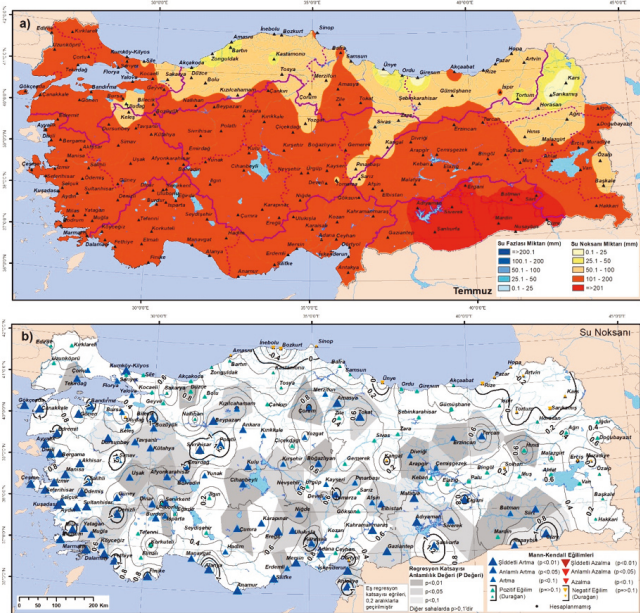
Şekil 12. a) Haziran ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Haziran ayı su fazlası eğilimleri.
Figure 12. a) Long-time average water deficit and water surplus in June (1971-2010), b) trends of water surplus in June.

3.1.10. Temmuz ayı su noksanları ile su fazlası ve eğilimleri

Temmuz, uzun yıllık ortalama değerlere göre Türkiye'nin tamamında su noksanlarının hesap edildiği bir aydır. Bu ayda, Kuzeydoğu Anadolu'da Kars ve Sarıkamış istasyonları ile Karadeniz

kiyısında yer alan istasyonlarda 25 mm'nin altında su noksanları, bu sahaların çevresinde ise 25-100 mm arasında su noksanlarının olduğu görülmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin doğusu ve güneyine doğru su noksanları artmakta, 200 mm'yi geçmektedir. Türkiye'nin büyük bir bölümünde 100-200 mm arasında su noksanları ile karşılaşmaktadır (Şekil 13a).

Temmuz ayı su noksanlarındaki eğilimler incelendiğinde hem regresyon hem de MK analizlerine göre Karadeniz kıyıları ile Kuzeydoğu Anadolu'da yer alan 11 istasyonla, Göller Bölgesi'ndeki Uluborlu ve Korkuteli ile Akdeniz Bölgesi'nde Dört Yol, Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise Kangal, Solhan, Muradiye ve Erciş istasyonlarında azalma, Türkiye'nin geriye kalan kısımlarında ise artma eğilimlerinin olduğu belirlenmiştir. Azalmalar, hiç bir istasyonda istatistiksel anlam seviyesine ulaşmamıştır. Buna rağmen su noksanı artma eğilimleri Türkiye'nin büyük bir bölümünde istatistiksel olarak anlamlıdır (özellikle $p < 0.01$, $p < 0.05$ düzeyinde). Su noksanlarındaki artma değeri, Türkiye'nin büyük bir bölümünde 0.5-1 mm/yıl arasında kalmakta, bazı istasyonlarda ise 1 mm/yıl değerini aşmaktadır (Örnek: Şanlıurfa, Nusaybin, Cizre) (Şekil 13b).



Şekil 13. a) Temmuz ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Temmuz ayı su fazlası eğilimleri.

Figure 13. a) Long-time average water deficit and water surplus in July (1971-2010), b) trends of water surplus in July.

Temmuz ayında su fazlası hesap edilen toplam 8 istasyon bulunmaktadır, sadece Kars ve Ünye istasyonlarında belirlenen artışların hem regresyon hem de MK ($p < 0.05$ ve $p < 0.1$) eğilimi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 5).

3.1.11. Ağustos ayı su noksanları ile su fazlaları ve eğilimleri

Ağustos ayında Türkiye genelindeki su noksanları, temmuz ayına göre düşüktür (Şekil 13a, Şekil 14a). Bu ayda, Rize istasyonunda su açığı 0 olarak belirlenmiş, bu istasyon için su açığı incelenen periyot boyunca sürekli 0 olduğundan regresyon analizi dışında bırakılmıştır. Ağustos ayında, Karadeniz kıyıları ile Kuzeydoğu Anadolu'da istasyonlarda 50 mm civarında, bu istasyon çevrelerinde ise 100 mm'nin altında su noksanlarına

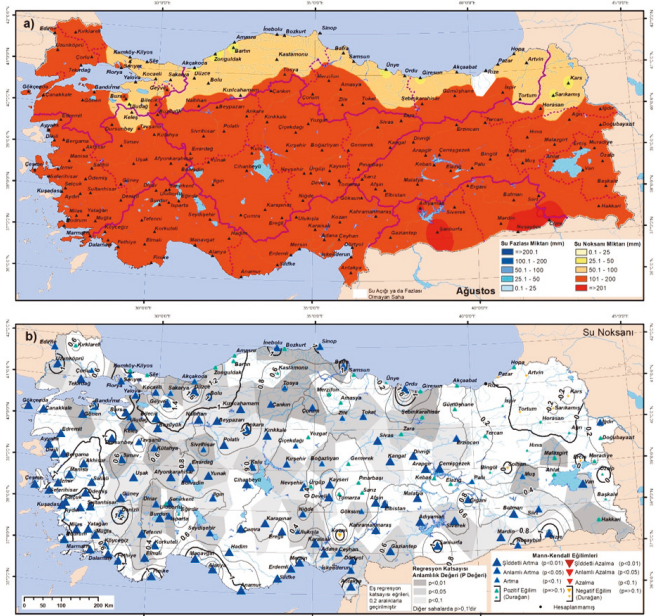
rastlanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Nusaybin, Cizre ve Şanlıurfa istasyonlarında su noksanları 200 mm'yi aşmakta, Türkiye'nin geriye kalan kısmında ise 100-200 mm arasında su noksanları bulunmaktadır (Şekil 14a).

Tablo 5. Temmuz ayında su noksanı hesaplanan istasyonların eğilim analizi sonuçları

Table 5. Regression coefficients and Kendall tau values with their significance values of stations which has water deficit in July.

İstasyon	Reg. Katsayısı	P Değeri	İstasyon	Kendall Tau	P Değeri
Pazar	0.670	0.039	Hopa	0.221	0.081
Şebinkarahisar	-0.135	0.110	Şebinkarahisar	-0.212	0.109
Kangal	-0.152	0.110	Kangal	-0.212	0.109
Pınarbaşı	-0.169	0.110	Pınarbaşı	-0.212	0.109
Sarız	-0.034	0.110	Sarız	-0.212	0.109
Rize	0.524	0.219	Pazar	0.187	0.140
Bozkurt	0.071	0.247	Rize	0.152	0.223
Bağcı	0.054	0.247	Bozkurt	0.155	0.242
Uludağ	-0.396	0.366	Bağcı	0.155	0.242
Tortum	0.065	0.411	Ünye	0.118	0.368
Ağrı	-0.089	0.418	Ağrı	-0.109	0.411
Ünye	0.071	0.535	Kars	0.054	0.671
Hopa	0.190	0.638	Zara	0.052	0.697
Sarıkamış	-0.081	0.654	Sarıkamış	-0.042	0.737
Zara	0.017	0.702	Özalp	0.040	0.762
Özalp	0.022	0.766	Tosya	-0.029	0.829
Tosya	-0.012	0.832	Solhan	-0.029	0.829
Solhan	-0.002	0.832	Tortum	0.020	0.877
Kars	0.008	0.950	Akçakoca	0.006	0.965
Akçakoca	0.003	0.966	Bartın	0.006	0.965
Bartın	0.010	0.966	Zonguldak	0.006	0.965
Zonguldak	0.004	0.966	İnebolu	0.006	0.965
İnebolu	0.003	0.966	Samsun	0.006	0.965
Samsun	0.004	0.966	Kastamonu	0.006	0.965
Kastamonu	0.000	0.966	Uludağ	-0.002	0.987

Ağustos ayındaki su noksanları hem regresyon hem de MK eğilimi analizine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmakta (özellikle $p < 0.01$ ve $p < 0.05$ düzeylerinde) Türkiye'nin kuzeydoğusunda ise azalmaktadır. Bu azalmalar henüz istatistiksel olarak anlam kazanmamıştır. Su noksanlarında en yüksek artış değerleri Batı Karadeniz Bölümü ile Aşağı Sakarya Havzası'nda ve İnebolu, Sinop ve Bafla istasyonlarında görülmekte, yıllık artma miktarı 1 mm'yi geçmektedir. İzmir ve çevresinde de 1 mm'yi aşan artışlar görülsede bu azalmalar istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 14b). Bu sahalardaki aynı azalma miktarının istatistiksel olarak anlam kazanmamasının nedeni, İzmir ve çevresindeki yağış değişkenliğinin Batı Karadeniz'e göre yüksek olmasıdır (Ölgen, 2010).



Şekil 14. a) Ağustos ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Ağustos ayı su fazlası eğilimleri.

Figure 14. a) Long-time average water deficit and water surplus in August (1971-2010), b) trends of water surplus in August.

Ağustos ayında, Karadeniz Bölgesi'ndeki 6 istasyon için bazı yıllar için su fazlası değerleri hesap edilmiş, bu değerler için yapılan eğilim analizleri sonucunda, sadece Rize istasyonunda anlamlı ($p<0.05$) pozitif regresyon katsayısı belirlenmiştir (Tablo 6).

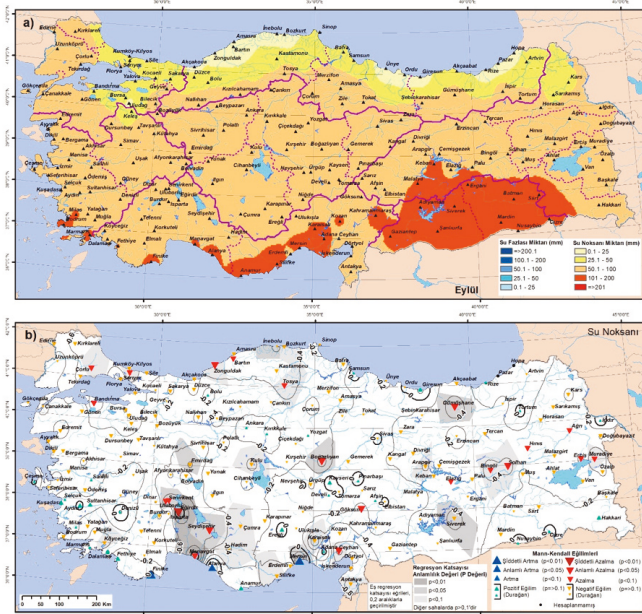
Tablo 6. Ağustos ayında su noksanı hesaplanan istasyonların eğilim analizi sonuçları.

Table 6. Regression coefficients and kendall tau values with their significance values of stations which has water deficit in August.

İstasyon	Regresyon Katsayısı	P Değeri	İstasyon	Kendall Tau	P Değeri
Rize	1.331	0.039	Hopa	-0.183	0.150
Hopa	-0.575	0.400	Rize	0.118	0.359
Bozkurt	-0.052	0.519	Bozkurt	-0.110	0.402
Zongulda	0.256	0.593	Pazar	0.023	0.860
Bartın	-0.092	0.728	Bartın	-0.020	0.877
Pazar	0.011	0.972	Zonguldak	0.004	0.975

3.1.12. Eylül ayı su noksanları ile su fazlaları ve eğilimleri

Eylül, Türkiye genelinde su noksanlarının hesap edildiği son aydır ve bu aydan sonra bir kısım istasyonda su fazlası da hesap edilmeye başlamaktadır. Bu ayda uzun yıllık ortalama değerlere göre, Karadeniz kıyılarındaki yer alan istasyonlarda 25 mm'nin altında su noksanı hesaplanmış, kıyılardan iç kesimlere geçildikçe su noksanı artmış ve 50 mm'yi geçtiği görülmüştür. Güney Marmara Bölümü'nün doğu yarısında da 50 mm'nin altında su noksanı bulunmaktadır. Eylül ayında en yüksek su noksanı Cizre'de (160 mm) hesap edilmiştir. Bu ayda Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakınında yer alan istasyonlar ile Akdeniz ve Güney Ege kıyılarındaki su noksanları 100 mm'yi geçmektedir. Türkiye'nin büyük bir bölümünde bu ayda 50-100 mm arasında su noksanları bulunmaktadır (Şekil 15a).



Şekil 15. a) Eylül ayı uzun yıllık su noksanı ve su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Eylül ayı su fazlası eğilimleri.

Figure 15. a) Long-time average water deficit and water surplus in September (1971-2010), b) trends of water surplus in September.

Eylül ayında Türkiye'de su noksanları genel olarak azalma eğilimi göstermekte, dağınık bir kısım istasyonda su noksanları artmakta, sadece Tahtalı Dağları ve çevresi ile Batı Karadeniz kıyılarındaki toplanarak alansal bir artma bölgesi oluşmaktadır. Artma eğilimleri, regresyon analizinde göre sadece Mersin'de ($p<0.05$), MK analizine göre Mersin, Finike ($p<0.01$) ve Alanya

($p<0.05$) istasyonlarında anlamlı olarak, azalma eğilimleri Akdeniz Bölgesi'nin büyük kısmında, İç Anadolu Bölgesi'nde Emirdağ, Kulu ve Boğazlıyan istasyonlarında, Batı Karadeniz Bölümü'nde ve doğuda Bingöl çevresi ile Van Gölü kuzeydoğusunda ve Gümüşhane ile Siverek istasyonlarında farklı seviyelerde istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 15b).

Eylül ayında, bir kısım istasyonda bazı yıllar için su fazlası hesap edilmiş, bu değerlere bağlı olarak eğilim analizleri yapılmıştır (Tablo 7). Bu istasyonlardan Rize, Ünye ve Akçakoca'da hem regresyon hem de MK analizinde azalma, diğerlerinde ise artma eğilimi belirlenmiştir (MK analizine göre Zonguldak'ta azalma eğilimi vardır). Fakat bu katsayılarından sadece Pazar istasyonundaki artış MK eğilimine göre ($p<0.1$) istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 7. Eylül ayında su noksanı hesaplanan istasyonların eğilim analizi sonuçları.

Table 7. Regression coefficients and kendall tau values with their significance values of stations which has water deficit in September.

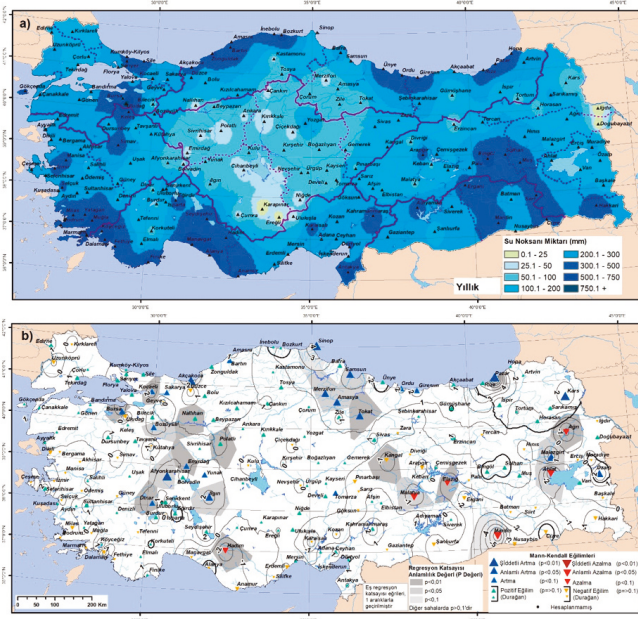
İstasyon	Regresyon	P Değeri	İstasyon	Kendall Tau	P Değeri
Pazar	2.041	0.102	Pazar	0.195	0.088
Rize	-1.618	0.208	Rize	0.167	0.204
Bartın	0.200	0.226	Bartın	-0.164	0.208
Ünye	-0.107	0.370	Zonguldak	-0.131	0.257
Akçakoca	-0.047	0.382	Rize	-0.120	0.363
Hopa	1.245	0.399	Ünye	-0.120	0.363
Amasra	0.173	0.418	Hopa	0.109	0.411
Zonguldak	0.430	0.463	Hopa	0.076	0.516
			Akçakoca	-0.041	0.753

3.2. Yıllık Toplam Su Noksanları ile Su Fazlaları ve Eğilimleri

Türkiye'de yıllık su fazlası miktarları 0 (İğdır) ile 1031 (Uludağ) mm arasında değişmekte, genel olarak kıyılarından iç kesimlere doğru azalmakta, dağılışı orografya etkisi görülmektedir. En düşük su fazlaları, Ereğli, Karapınar, Doğubayazıt ve İğdır istasyonları ve civarlarında belirlenmiş, bu sahalardaki su fazlası değeri 25 mm'nin altında kalmıştır. Uludağ, Marmaris ve Uludağ istasyonlarında su fazlası değerleri 750 mm'yi geçmektedir. Bu istasyonların çevreleri ile Karadeniz, Ege ve Akdeniz kıyıları, Uludağ ve İstanbul çevresinde ve Güneydoğu Toroslar çevresindeki istasyonlarda 300 mm'nin üzerinde su fazlaları bulunmaktadır. Su fazlası değerleri genel olarak İç Anadolu Bölgesi'nde ve depresyon alanlarında bulunan istasyon çevrelerinde 100 mm'ni altındadır (Şekil 16a). Yıllık su fazlası dağılışı, Tatlı ve Türkeş (2011) tarafından üretilen Palmer kuraklık indisi, birinci ortogonal yapısı ile büyük benzerlik göstermektedir.

Su fazlası miktarlarındaki eğilimler incelendiğinde, genel olarak Türkiye'nin kuzeyinde artma güneyinde azalma eğilimleri göze çarpsa da bu durumu bozan sahalarda da bulunmaktadır. Eğilim analizleri sonucunda, regresyon analizine göre 58, MK analizine göre ise 62 istasyonda azalma eğilimi belirlenmiştir. Ege kıyılarındaki Antalya Körfezi'nin doğusunda, Orta ve Güneydoğu Toroslar çevresindeki istasyonlarda, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Ergene, Yukarı Fırat ve Hakkâri bölümlerinde belirlenen azalma eğilimleri hem regresyon hem de MK eğilimlerine göre, Mardin ($p<0.01$), Ahlat, Malatya ($p<0.05$), Hadim, Elâziğ, Ağrı ($p<0.1$), sadece regresyon analizine göre ise Kangal ($p<0.1$) istasyonunda istatistiksel olarak anlamlıdır. Su fazlalarındaki artma eğilimleri çoğunluğu Karadeniz kıyılarındaki ve İç Ege Bölümü'nde olan 18 istasyonda (MK eğilimlerine göre 23) farklı seviyelerde istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 16b).

Türkiye'de yıllık su noksanı miktarı ile 23,3 (Uludağ) ile 102,4 (Cizre) mm arasında değişmekte, genel olarak güneyden kuzeye



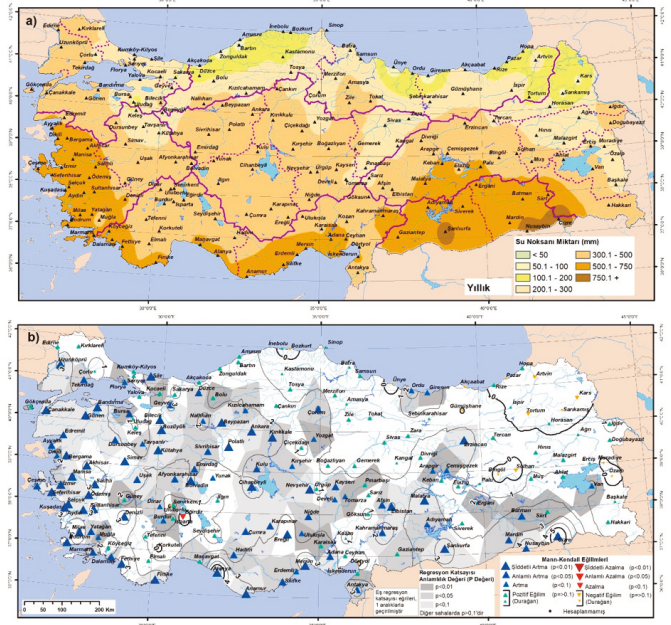
Şekil 16. a) Uzun yıllık su fazlası ortalamaları (1971-2010), b) Yıllık su fazlası eğilimleri.

Figure 16. a) Long-time average water surplus (1971-2010), b) Trends of annual water deficit.

doğru azalmaktadır. Bu su noksanı miktarları Güneydoğu Anadolu Bölgesi güneyindeki Şanlıurfa, Nusaybin ve Cizre istasyonlarında 750 mm'nin üzerindedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesigeriye kalan kısmında ve sınırı çevresi ile Ege ve Akdeniz kıyılarında 500 mm'nin üzerinde su noksanları bulunmaktadır. Yıldız Dağları, Ergene ve Güney Marmara Bölümü'nün batı yarısında, Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nin iç kesimlerinde, İç Anadolu Bölgesi'nin genelinde, Yukarı Fırat ve Hakkâri Bölümleri ile Van ve Yukarı Murat Bölümlerinin batı yarısı ile Iğdır ve Doğubayazıt istasyonlarında 300-500 mm arasında yıllık su noksanı bulunmaktadır. Ünye, Giresun ve Uludağ istasyonlarında 50 mm'nin altında su noksanı değeri hesaplanmış, Zonguldak, Akçakoca, Bartın, Amasra, Kars ve Sarıkamış istasyonlarında ise 50-100 mm arasında belirlenmiştir. Su noksanları, Karadeniz Bölgesinin kıyı kesimleri ile Kuzeydoğu Anadolu'da ve Uludağ istasyonunda 100 mm'yi aşmakta, Türkiye'nin geriye kalan kesimlerinde ise 200-300 mm arasında gerçekleşmektedir (Şekil 17a). Çalışmada elde edilen su noksanları, Deniz, Toros ve İncecik (2011) tarafından hazırlanan De Martonne kuraklık indisine, Tatlı ve Türkes (2011) tarafından 96 istasyon kullanılarak elde edilen kuraklık indisleri dağılımına, Türkes ve Tatlı (2009) tarafından hazırlanan standardize edilmiş yağış indeksi (SPI) haritasına büyük oranda uymakta, değişik yöntem ve fazla istasyon kullanımından kaynaklı yerel ve bölgesel dağılım farklılıkları görülmektedir.

Yıllık su noksanlarındaki eğilimler incelendiğinde regresyon analizine göre 20 istasyonda azalma (MK eğilimlerine göre 16), geriye kalan 163 istasyonda artma eğilimi olduğu görülmektedir. Kuzeydoğu Anadolu'da, Doğu Karadeniz'de, Orta ve Doğu Karadeniz kıyılarındaki istasyonlar ile Bingöl-Solhan, Özalp-Muradiye ve Uluborlu-Eğirdir istasyon çiftlerinde azalma eğilimleri görülmektedir. Bu eğilimler MK analizine göre sadece Eğirdir istasyonunda ($p < 0.1$) istatistiksel anlam seviyesine ulaşmıştır (Şekil 17b). Artma eğilimleri hem regresyon hem de MK analizlerine göre istasyonların büyük çoğunluğunda ($p < 0.01$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Eğilim değerleri güneye doğru artmakta, kıyılardan içeriye doğru azalmaktadır (Şekil 17b). En

yüksek artma eğilimleri Alanya ve Cizre'de (>6 mm/yıl) belirlenmiştir.



Şekil 17. a) Uzun yıllık su noksanı ortalamaları (1971-2010), b) Yıllık su noksanı eğilimleri.

Figure 17. a) Long-time average water deficit (1971-2010), b) Trends of annual water deficit.

4. Tartışma

Türkiye'de aylık iklim parametreleri eğilim çalışmalarından, buharlaşma 1975-2005 (Dadaser-Çelik vd., 2016), yağış 1975-2009 (Yavuz ve Erdoğan, 2012), 1971-2010 (Yılmaz 2018) ve 1929-2003 (Partal ve Kahya, 2006) dönemini ve sıcaklıklar ise 1971-2010 yılları arası periyodu (Yılmaz, 2019) kapsamaktadır. Bunlar ile su noksanı ve su fazlalarındaki eğilimler arasındaki ilişkiler incelendiğinde hem benzerlik hem de farklılık olduğu anlaşılmıştır. Farklılıkların bir kısmı, çalışılan dönemden, bir kısmı istasyon sayısı ve istasyon farkından bir kısmı ise çalışmalarda kullanılan yöntemden kaynaklanmaktadır. Partal ve Kahya (2006) tarafından yağışların incelendiği çalışma ile su açıkları ve fazlaları arasında çok büyük karşıtlıklar olduğu görülmüş, bu durumun çalışılan periyot farklılığından kaynaklandığı anlaşılmış, burada yağış karşılaştırması için bu çalışma ile daha benzer dönem kapsayan (özellikle Yılmaz, 2018; Yavuz ve Erdoğan, 2012) eğilim çalışmaları değerlendirilmiştir (Tablo 8).

Türkiye'de su bütçeleri incelendiğinde, eylül ayında yağış artışlarına bağlı olarak su noksanlarının kapanmaya başladığı buna rağmen aralık ayı sonuna kadar hem su noksanı hem de su fazlalıklarının hesap edilebildiği görülmektedir. Eylül ayında Türkiye genelinde su noksanları azalma eğilimi göstermekte özellikle Antalya ve Adana bölümlerinde bu durum istatistiksel anlam kazanmaktadır. Eylül ayında Doğu Karadeniz kıyılarındaki artış, Ekim ayında Batı Karadeniz'de de görülmekte, bu sahalarda su noksanlarında ise azalmalar olduğu anlaşılmakta, iki değişkendirki eğilimler birbirini desteklemektedir. Kasım ayında, Kızılırmak Havzası'nın yukarı çığırında su noksanları azalma eğilimi gösterirken, su fazlaları durağan kalmış, Manavgat ve Şile istasyonlarında su noksanları artarken, su fazlaları yine durağan bir eğilim göstermiştir. Bu ayda Ege kıyılarındaki su fazlaları artarken su noksanlarında durağan bir

durum gözlenmiştir. Eylül ayında tüm Türkiye’de, ekim ve kasım aylarında ise Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi ile Göller Yöresi ve Adana Bölümü’nde yağışların arttığı (Yılmaz, 2018), yine Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi hariç olmak üzere eylül-kasım ayları arasında ortalama sıcaklıkların artış eğilimi gösterdiği (Yılmaz, 2019) bilinmektedir. Dadaser-Çelik vd. (2016) tarafından yapılan buharlaşma eğilimi çalışmasında Orta ve Doğu Karadeniz Bölümlerinde yeterince istasyon incelenmemiş, Göller Yöresi’nde ise durağan bir durum olduğu, Adana Bölümü’nün batısında buharlaşma artışı, doğusunda ise azalış olduğu belirlenmiştir. Bu değerlendirmelere göre, eylül-kasım ayları arasında Doğu Karadeniz kıyılarındaki su fazlası artışı-su noksanı azalışı, bu sahadaki yağış artışının yüksek olduğunu, artan sıcaklıklara rağmen, su bütçesi dengesinin fazla vermeye başladığını göstermektedir. Adana ve Antalya bölümlerinde de buharlaşmanın artmasına rağmen, yağışlardaki artışın su noksanlarında azalmalara neden olduğu, Doğu Anadolu Bölgesi ile Göller Yöresi’nde eylül-kasım arasında yağışların artmasına rağmen, su noksanı ve su fazlalarında durağan bir durum gözlenmesi, sıcaklık artışı ile oluşan buharlaşmanın, su bütçesini dengelediğini göstermektedir. Ege kıyılarındaki kasım ayındaki su fazlası artışı da yine eylül ayında tüm Türkiye’de artan yağışlarla ilişkili olmalıdır. Çünkü su noksanı ve fazlaları, bir önceki aydan etkilenmektedir.

Tablo 8. Aylara göre literatürdeki yağış, sıcaklık, buharlaşma eğilimleri ile su noksanı-fazlası eğilim karşılaştırması.

Table 8. Regression coefficients and kendall tau values with their significance values of stations which has water deficit in September.

Ay	Yağış	Sıcaklık	Buharlaşma	Su Fazlası	Su Noksanı
Ekim	+ OkB ve DkB ile KDA	Tüm Türkiye	EB, AdB, DAB	Doğu Karadeniz kıyısı	-
	- Antakya	-	MB., OkB, AdB doğusu, DiB	-	BkB, DkB
Kasım	+ GY ve AdB	Tüm Türkiye	AdB batısı, DAB, GDA, EB kuzeyi	KeB ve DkB	Manvapat, Şile
	-	-	MB., İAB, OkB, BkB, AtB	-	Yuk. Kızılırmak Havzası
Aralık	+ .	Tüm Türkiye	AdB, GDA, EB kuzeyi	Orta Karadeniz, Akdeniz	-
	- DKB	-	MB., İAB, OkB, BkB, AtB	GDA, DAB’ın güneydoğusu	-
Ocak	+ Karadeniz kıyılan	Tüm Türkiye, özellikle doğu yansı	AdB, İEB, DAB güneyi	KDA, OkB, Kocaeli çevresi, KoB	-
	-	-	Karadeniz, Ege ve Akdeniz kıyıları	-	-
Şubat	+ MB, KB, İAB çevresindeki dağlık alanlar, AdB	BkB-İAB sınır hariç Tüm Türkiye ve özellikle DAB	AdB, İEB, DAB güneyi	MB, Karadeniz, KDA, AdB.	-
	-	-	Karadeniz, Ege ve Akdeniz kıyıları	-	-
Mart	+ Karadeniz kıyılan ve DAB.	DAB, GDA ve Akdeniz kıyılan	AdB, İEB, DAB güneyi	Karadeniz çevresi ve KDA	-
	- GDA	-	Karadeniz ve Akdeniz kıyıları	GDA, DAB’ın güneydoğusu	-
Nisan	+ GY	OkB ve DkB hariç Türkiye, özellikle DAB ve GDA ile Akdeniz kıyılan	AdB, GDA	KDA	-
	- ErB, AdB, DAB, GDA.	-	-	AdB, GDA, YfB	-
Mayıs	+ .	Tüm Türkiye	AdB, GDA, BkB, İEB, DAB güneyi	Horosan	GmB, Kocaeli Akdeniz kıyılan
	- VG güneyi, GmB, Kocaeli çevresi ve Sakarya havzası	-	Güney kıyılan, OkB	Ege	BkB
Haziran	+ .	Tüm Türkiye	AdB batısı, DAB güneyi, İEB	DKB	Tüm Türkiye
	- DAB, AdB, Antalya Körfezi doğusu, Köroğlu Dağları, Sakarya Havzası, güney Ege kıyılan, ErB	-	Batı Toroslar	-	-
Temmuz	+ KDA, Orta Karadeniz, Türkiye’nin doğu sınır çevresi, GmB	Tüm Türkiye	AdB batısı, İEB, DAB güneyi	-	KDA ve Karadeniz kıyılan hariç tüm Türkiye
	-	-	OkB, güney Ege kıyılan, AtB	-	-
Ağustos	+ DkB doğusu	Tüm Türkiye	AdB batısı, BkB	-	KDA hariç tüm Türkiye
	- GmB, EB kuzeyi, Batı Karadeniz kıyılan, AdB kuzeyi	-	AtB, OkB	-	-
Eylül	+ Tüm Türkiye	DAB ve GDA hariç Türkiye	BkB, AdB batı yarısı,	Doğu Karadeniz kıyısı	Akdeniz Kıyılan
	-	-	İAB, DB, AtB, OkB, GDA	-	AB, İAB, OkB, DAB ve GDA

Not: Buharlaşma Dadaser-Çelik vd. (2016), yağış Yılmaz (2018) ve Yavuz ve Erdoğan (2012) sıcaklık eğilimleri ise Yılmaz (2019) tarafından yapılan çalışmalara göre oluşturulmuştur. Kısaltmalar: AdB-Adana Bölümü, AtB-Antalya Bölümü, DAB-Doğu Anadolu Bölgesi, DiB-Dicle Bölümü, DkB-Doğu Karadeniz Bölümü, EB- Ege Bölgesi, ErB-Ergene Bölümü, GmB-Güney Marmara Bölümü,

GY-Göller Yöresi, İAB-İç Anadolu Bölgesi, İEB-İç Ege Bölümü, KB-Karadeniz Bölgesi, KDA-Kuzeydoğu Anadolu, KeB-Kıyı Ege Bölümü, KoB-Konya Bölümü, MB-Marmara Bölgesi, OkB-Orta Karadeniz Bölümü, VG-Van Gölü, YfB-Yukarı Fırat Bölümü.

Aralık ayında çok az istasyonda hesap edilen su noksanları oldukça duranıdır. Su fazlaları ise Ege Bölgesi kuzeyi, Güney Marmara ve Batı Karadeniz bölümleri ile Türkiye’nin doğusunda azalmakta, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgesi ile Ege Bölgesi güneyi ve Orta Karadeniz Bölümü’nde artmaktadır. Ocak ayında tüm Türkiye’de su fazlası bulunmakta, bunlar da Türkiye’nin kuzeydoğu yarısında artarken güneybatı yarısında azalma eğilimi göstermektedir. Şubat ayında Türkiye genelinde su fazlaları artarken, Antalya Bölümü kıyıları ile güney Ege kıyılarındaki ve Türkiye’nin doğu ve güneydoğu sınırı çevresinde azalmaktadır. Aralıkta Doğu Karadeniz kıyılarındaki yağış azalması görülürken, ocak ve şubat aylarında tüm Karadeniz kıyıları ve bölgesinde yağışlar artmakta, Marmara ve İç Anadolu Bölgesi çevresindeki dağlık alanlar ile Adana Bölümü’nde ise şubat ayında yağış artışları görülmektedir (Yılmaz, 2018). Bu dönemde tüm Türkiye’de ve özellikle Doğu Anadolu Bölgesi’nde sıcaklıklar artış eğilimi göstermektedir (Yılmaz, 2019). Aralık-şubat arasında Karadeniz, Ege ve Akdeniz kıyılarındaki buharlaşma azalmaları, aralık ayında daha geniş bir sahaya yayılmaktadır. Buna rağmen, Adana, İç Ege Bölümü, Doğu Anadolu Bölgesi güneyi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde buharlaşma koşullarında artış bulunmaktadır (Dadaser-Çelik, 2016). Aralıkta su fazlası azalan sahalarda belirgin bir yağış düşüşü görülmemesi, bu sahalardaki su fazlası azalmasının sıcaklık ve buharlaşma artışlarından kaynaklandığını göstermektedir. Yine Doğu Karadeniz kıyılarındaki görülen su fazlası azalmaları ise bu sahalarda hem yağış azalması hem de sıcaklık artışından kaynaklanmaktadır. Özellikle şubat ayında Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Adana Bölümü ve çevrelerinde gözlenen su fazlası azalmaları, bu sahalarda yağışın durağan-artma eğilimi göstermesine rağmen sıcaklık ve buharlaşma miktarlarındaki artışların çok yüksek olduğunu, su bütçesi dengesinin su fazlası azalması şeklinde yansımaya neden olduğunu göstermektedir.

Mart ayı, Türkiye’nin tamamında su fazlasının olduğu son aydır. Bu ayda, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Ege ve Akdeniz kıyılarındaki su fazlaları azalmakta, diğer sahalarda artmaktadır. Nisan ayında Türkiye’nin güneydoğusunda su noksanları hesap edilmeye başlamakta, bu su noksanları durağan bir eğilim göstermektedir. Bu ayda hesap edilen su fazlaları, Adana Bölümü ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve çevrelerinde azalmakta, kuzeydoğu Anadolu’da artmaktadır. Türkiye’de su bütçesi açısından bir denge ayı olan mayısta ise Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarındaki su noksanları artarken, Batı Karadeniz ve Göller Yöresi’nde su fazlaları azalmaktadır. Mart ayında Karadeniz kıyıları ile Doğu Anadolu Bölgesi’nde, nisan ayında ise Göller Yöresi’nde yağış artışları belirlenmiş, mart ayında Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile sınırlı kalan yağış azalan bölgeler, nisanda Doğu Anadolu Bölgesi, Adana Bölümü’ne doğru genişlemiş, Ergene Havzası’nda da azalmalar belirlemeye başlamış, mayısta sadece Güney Marmara, Kocaeli çevresi, Sakarya Havzası ve Van Gölü güneyi ile sınırlı kalmıştır (Yılmaz, 2018). Mart-mayıs arasında Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile Akdeniz kıyıları başta olmak üzere tüm Türkiye’de sıcaklıklar artmış (Yılmaz, 2019), Batı Karadeniz, İç Ege, Adana Bölümü ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde buharlaşma artışları, mart ayında Karadeniz ve Akdeniz kıyıları ile, mayıs ayında güney Ege kıyıları ile Orta Karadeniz Bölümü’nde buharlaşma

azalmaları belirlenmiştir (Dadaser-Çelik vd., 2016). Bu sonuçlara göre, mart-mayıs arasında Adana ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve çevrelerinde azalan su fazlaları, bu sahalardaki hem sıcaklık ve buharlaşma artışı hem de yağış azalmalarından kaynaklanmaktadır. Ege ve Akdeniz kıyılarında belirlenen su fazlası azalmaları ise, bu sahalarda belirgin bir yağış eğilimi görülmesine rağmen, sıcaklık artışlarının buharlaşmayı artırmasından kaynaklanmaktadır. Doğu Karadeniz ve kuzeydoğu Anadolu'da sıcaklıklar artmasına rağmen görülen su fazlası artışlarının ise bu sahadaki yağış artışlarının, sıcaklık artışından kaynaklanan buharlaşma ve su noksanından fazla olduğunu göstermektedir. Mayıs ayında Göller Yöresi ile Batı Karadeniz'de belirlenen su noksanı azalmasının, nisan ayındaki bu sahadaki yağış artışından kaynaklandığı ve bu etkinin bir ay gecikme ile su bütçesine yansındığını göstermektedir.

Haziran-ağustos arasında çok az istasyonda su fazlaları hesap edilebilmekte, bu değerler de sadece Doğu Karadeniz kıyıları ile kuzeydoğu Anadolu'da anlamlı artışlar göstermektedir. Su noksanları ise tüm Türkiye'de, Doğu Karadeniz ve kuzeydoğu Anadolu'da düşük olmakla beraber, artış eğilimi göstermektedir. Haziran ayında Doğu Anadolu Bölgesi, Adana Bölümü, Antalya Körfezi doğusu, Köroğlu Dağları, Sakarya Havzası, güney Ege kıyıları, Ergene Havzası'nda yağış azalması bulunmaktadır. Temmuz ayında kuzeydoğu Anadolu, Orta Karadeniz, Türkiye'nin doğu sınırı ve Güney Marmara Bölümü'nde görülen yağış artışları, ağustos ayında Doğu Karadeniz Bölümü sınırlı kalmaktadır. Buna rağmen ağustos ayında Güney Marmara Bölümü, Ege Bölgesi kuzeyi, Batı Karadeniz kıyıları Adana Bölümü kuzeyinde yağış azalmaları bulunmaktadır (Yılmaz, 2018). Haziran-ağustos arasında tüm Türkiye'de anlamlı sıcaklık artışları belirlenmiştir (Yılmaz, 2019). Aynı dönemde, Adana Bölümü batı yarısı, Doğu Anadolu Bölgesi güneyi, İç Ege ve Batı Karadeniz bölümlerinde buharlaşma miktarlarında artış, Batı Toroslar, Antalya Bölümü, güney Ege kıyıları ve Orta Karadeniz Bölümünde azalma eğilimleri görülmektedir (Dadaser-Çelik vd., 2016). Haziran-ağustos arası dönemde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde tek yönlü bir buharlaşma eğilimi bulunamamış fakat bu farklılık su noksanı ve fazlalarına etki etmemiştir. Haziran-ağustos ayları arasında sadece Karadeniz kıyıları ve kuzeydoğu Anadolu çevresinde su fazlası artışı-su noksanı azalmaları ya da düşük su noksanı artışları görülmesi, bu sahalarda sıcaklıkların artmasına rağmen, yağış artışının yüksek olduğunu ve su bütçesinin olumlu şekilde etkilediğini göstermektedir. Türkiye'nin geriye kalan kısımlarında su noksanlarındaki artışın yüksek olması, bu dönemdeki sıcaklıkların çok fazla artmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumun oluşmasında, haziran-ağustos arası dönemin kurak olmasının ve bu kuraklığın sıcaklık artışını daha da tetikleme etkisi olmaktadır (Yılmaz, 2019)

Türkiye'de su bütçelerinin yıllık değerlerindeki eğilimlere bakıldığında, yıllık su fazlası ve noksanlarının farklı eğilimler gösterdiği anlaşılmaktadır. Su fazlaları genel olarak nemli dönemdeki sıcaklık ve yağışlarla ilişkilidir. Bu değerlerin artması, Türkiye için soğuk dönemdeki (Türkiye geneli için bu dönem genel olarak yağışın arttığı nemli dönemdir) sıcaklık azalması ya da yağış artışı ile, su fazlası azalması ise tersi eğilimlerle ilişkili bir durumdur. Türkeş, Koç ve Sarış (2007) tarafından kış dönemi için İç Anadolu Bölgesi ve çevresinde yağış artışları, diğer bölgelerde yağış azalmaları, baharda ise Türkiye genelini kapsayan artışlar belirlenmiştir. Çiçek ve Duman (2015) tarafından yapılan çalış-

mada ise kış ve bahar döneminde Karadeniz çevresindeki yağışlarda artma diğer bölgelerde azalma eğilimleri olduğu anlaşılmıştır. Tayanç vd. (2009) tarafından ise hem kış hem de bahar döneminde Ege kıyılarında yağışların azaldığı belirtilmiştir. Kış mevsiminde Karadeniz kıyıları haricinde ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların arttığı da bilinmektedir (Türkeş vd., 2002). Bu sonuçlar, yağışın arttığı, sıcaklıkların ise düştüğü ya da düşük artış değerleri gösterdiği sahalarda su fazlalarının da arttığını göstermektedir. Benzer şekilde, yağışların düştüğü ve sıcaklıkların arttığı bölgelerde ise yıllık su fazlası değerlerinde düşüşler olmakta, bu çalışma sonuçlarını desteklemektedirler.

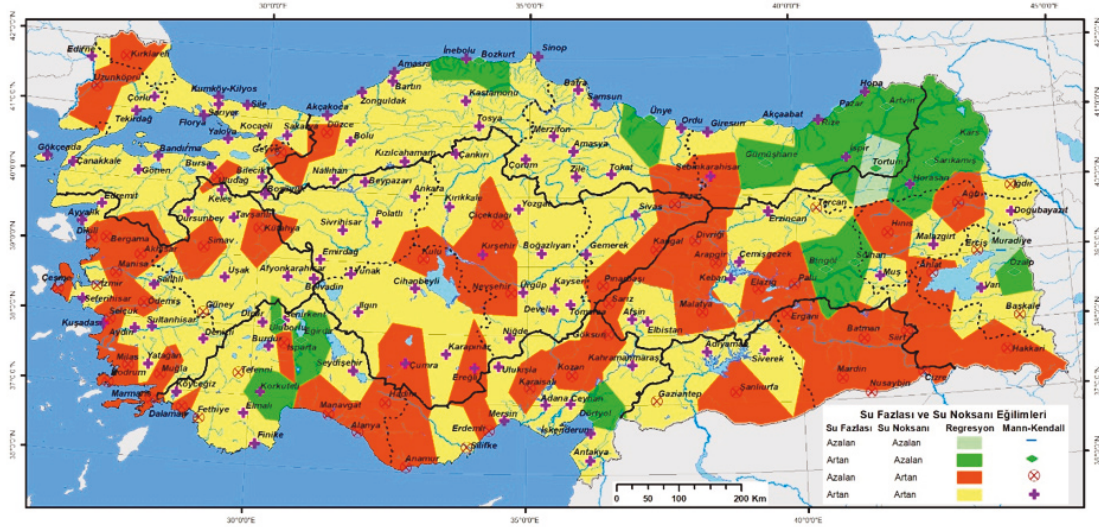
Yıllık su noksanları genel olarak sıcak dönem sıcaklık artışları ve yağış azalmaları ile ilişkilidir. Yaz döneminde meydana gelen sıcaklık artışları ve yağış azalmaları su noksanlarını arttırmakta, tersi durumda ise su noksanları azalmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, Türkeş vd. (2007) tarafından yaz yağışları için yapılan eğilim analizi sonucunda, Türkiye genelinde yağış artışları belirlenmiş, bu çalışmada belirlenen su noksanı artışları ile farklı eğilimlerin ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Çiçek ve Duman (2015) tarafından ise yaz mevsiminde Güneydoğu Anadolu Bölgesi, kuzeydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgesi ile Orta Karadeniz Bölümü'nde yağış artışları diğer bölgelerde yağış azalmaları olduğu anlaşılmıştır. Tayanç vd. (2009) tarafından da yaz mevsiminde Karadeniz çevresinde yağış artışları belirlenmiştir. Mevcut çalışmalar yaz dönemindeki yağış eğilimleri açısından tam örtüşmemektedir. Bu dönemde sıcaklık eğilimleri incelendiğinde, incelenen periyotlar değiştiğinden farklılıklar görülse de (Tayanç vd., 2009; Türkeş vd., 2002) kuzeydoğu Anadolu haricinde genel olarak maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklarda artma göze çarpmaktadır. Dolayısıyla, yıllık su noksanlarının yaz dönemindeki sıcaklık artışlarıyla oluşan buharlaşma artışlarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık eğilimleri bu durumu desteklemekte, Karadeniz kıyılarında düşük, diğer sahalarda yüksek sıcaklık artış eğilimleri görülmektedir (İçel ve Ataol, 2014). Fakat şunun da belirtilmesi gerekmektedir ki, kuzeydoğu Anadolu'daki su noksanı azalmaları, yağışlardaki artışla ilişkilidir.

Türkiye'de yıllık su noksanı ve fazlalarındaki eğilimler değerlendirilerek istasyonlar gruplara ayrıldığında, 4 bölge karşımıza çıkmaktadır (Şekil 18). Bunlardan ilki hem su fazlası hem de su noksanı artan sahadır ki regresyon analizinde Tortum ve Muradiye, Mann-Kendal analizinde ise sadece Muradiye istasyonu ve çevresini kapsamaktadır. Böyle bir durumun ortaya çıkması için, nemli dönemde yağış düşüşü ve/veya sıcaklık artışı, kurak dönemde ise ya yağış artışı ve/veya sıcaklık durağanlığı söz konusu olmalıdır.

İkinci bölge, su fazlası artan, su noksanı azalan sahalardır. Bu sahalarda genel olarak Karadeniz çevresinde toplansa da kuzeydoğu Anadolu'da, Göller Bölgesi doğusunda ve Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Bingöl, Solhan ve Özalp ile Akdeniz Bölgesi'nde Dörtöl istasyonunda belirlenmiştir.

Su fazlası azalan su noksanı artan sahalardan oluşan üçüncü bölge, Türkiye için iklim değişimi açısından en önemli alanları meydana getirmektedir. Bu şekilde bir eğilimin oluşması, bir sahada tüm yıl boyunca yağışların azalması sıcaklıkların artması gibi bir eğilimle mümkündür. Bu bölge, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz ve Ege kıyıları, Tuz Gölü çevresi, Ergene Havzası, Van Gölü batısı ve Yukarı Fırat Bölümü'nü kapsamaktadır.

Son grup ise he su fazlası hem su noksanı artan sahalardır. Bu



Şekil 18. Türkiye’de yıllık su noksanı ve fazlası eğilimlerine göre oluşturulan bölgeler.

Figure 18. Regions created from annual water deficit and water surplus trends in Turkey.

sahalar tüm bölgelerimizde bulunmakta, Orta ve Batı Karadeniz bölümlerde, İç Anadolu Bölgesi’nde Tuz Gölü çevresi ve Konya Havzası haricindeki sahalarda, Antalya Bölümü’nün batı yarısında, İç Ege Bölümü’nde ve Marmara Bölgesi’nde geniş alanlar kaplamaktadır.

Bu çalışmada, sadece incelenen değişkenlerdeki eğilimler değil, kullanılan eğilim ölçme yöntemlerinin de bir karşılaştırılması yapılmıştır. İstasyonlardaki eğilim yönleri ve hipotez testi sonuçlarına göre anlamlılık durumları hem regresyon hem de Mann-Kendall analizlerine göre karşılaştırılmıştır (Şekil 19). Bu grafiğe göre, iki eğilim ölçme aracı benzer sonuçlar verse de bazı veri analizlerinde farklılaşabilmektedir. Örneğin ekim ayı su noksanlarındaki eğilimler incelendiğinde, regresyon analizinde Mann-Kendall sonuçlarına göre daha fazla istasyonda anlamlı ($p < 0.01$) artma eğilimi belirlenmiştir. Böyle küçük farklılıklar görülmesine rağmen, iki analiz sonuçları birbirine ikame edilebilecek durumdadır.

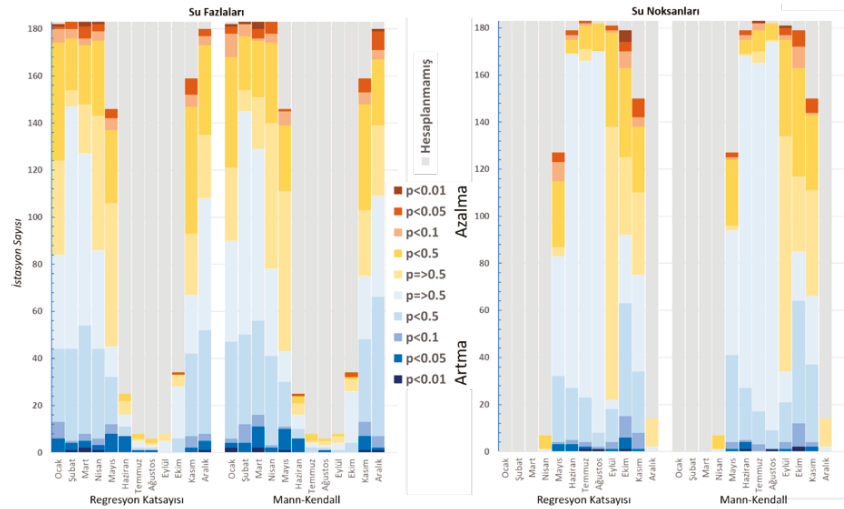
5. Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye’de 183 meteoroloji istasyonundaki aylık ve yıllık su noksanları ve su fazlası, doğrusal regresyon kullanılarak analiz edilmiş ve eğilimleri belirlenmiş, bu eğilimlerin hipotez testleri yapılarak istatistiksel anlam durumları ortaya

koyulmuştur.

Yapılan analizlere göre, haziran-eylül arası kapsayan su açığı dönemi, tüm Türkiye’yi kapsamaktadır. Su noksanları ekim ayından başlayarak kapanmakta ve su fazlası verilmeye başlamakta, bu süreç aralık ayına sonuna kadar devam etmektedir. Ocak ayı tüm Türkiye için su fazlası verilmeye başlanan aydır. Ocak ayından nisan ayı ortalarına kadar tüm Türkiye’de su fazlası bulunmaktadır. Nisan ayı sonunda, mayıs ayı başında hesaplanan su noksanları, haziran ayında tüm Türkiye’ye yayılmaktadır. Tüm Türkiye’de su fazlası verilen aydan sonra 1-1.5 içinde su noksanı verilmeye başlanmakta buna rağmen ekimde başlayan su fazlası verme dönemi, ancak ocak ayında tüm Türkiye’yi kaplayabilmektedir. Su açıklarının aylara göre durumu aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Ekim ayında, Karadeniz kıyılarında su fazlası artma, su noksanları azalma eğilimi göstermektedir. Türkiye’nin diğer kısımlarında ise anlamlı olmayan su noksanı artışları söz konusudur.
- Kasım ayında, ekim ayına benzer şekilde Orta ve Doğu Karadeniz kıyıları ile Ege Denizi kıyılarında su fazlası artmakta, Batı Karadeniz kıyılarında azalmaktadır. Bu ayda su noksanları ise Türkiye’nin doğusunda ve Akdeniz kıyılarında artma eğilimi göstermektedir.
- Aralık ayında Karadeniz kıyıları ile Güney Marmara Bölü-



Şekil 19. Su noksanı ve fazlasındaki eğilimlerin regresyon ve Mann-Kendall analizine göre karşılaştırılması.

Figure 19. Comparison of trends in water deficiency and water surplus by regression and Mann-Kendall analysis.

mü'nde su fazlaları azalmakta, diğer bölgelerde artmaktadır.

- Ocak ayında, Marmara, Ege, Akdeniz bölgeleri ile İç Anadolu Bölgesi'nin batı yarısı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güneyinde su fazlası değerleri azalmakta diğer sahalarda artmaktadır.

- Şubat ayında, Antalya Bölümü ve Güney Ege kıyıları ile Dicle Bölümü güneyi ve kuzeydoğu Anadolu'da su fazlaları azalmakta, diğer bölgelerde artmaktadır. Artış oranları, Marmara Bölgesi ile Batı Karadeniz ve Adana bölümlerinde yüksektir.

- Martta Türkiye'nin güneyinde, Akdeniz ve Ege kıyılarında su fazlaları azalmakta, kuzeyinde artmaktadır. Karadeniz Bölgesi'ndeki atışlar istatistiksel olarak anlamlıdır.

- Nisanda Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Adana Bölümü'nde fazlaları azalmakta, kuzeydoğu Anadolu'da ve Göller Bölgesi çevresi ile güney Ege kıyılarında artma eğilimi göstermektedir.

- Mayıs ayı su fazlası ve su noksanı açısından bir denge ayıdır. Bu ayda Akdeniz kıyıları ile Marmara Denizi çevresindeki su noksanlarında anlamlı artış eğilimi belirlenmiştir.

- Haziran ayında tüm Türkiye'de su noksanları artmaktadır. Artış miktarları güneybatıdan kuzeydoğuya doğru azalmaktadır. Artışlar, güney ve batı bölgelerde istatistiksel olarak anlamlıdır.

- Temmuzda su noksanları, kuzeydoğu Anadolu ve Karadeniz kıyılarında azalma, diğer bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı artma eğilimi göstermektedir.

- Ağustosta, kuzeydoğu Anadolu haricinde tüm Türkiye'de su noksanları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmaktadır. Buna rağmen artış miktarları temmuz ayına göre düşüktür.

- Yıllık su fazlası değerleri Türkiye'nin kuzeyinde artmakta güney sınırlarında ise azalmaktadır

- Yıllık su noksanları Kuzeydoğu Anadolu ve Karadeniz kıyılarındaki bir kısım istasyon haricinde artma eğilimi göstermektedir. Artma eğilim oranları, güneye ve batıya doğru yükselmektedir.

Türkiye, su noksanı ve fazlaları açısından 4 farklı bölüme ayrılmaktadır. Bunlardan ilki hem su fazlası hem de su noksanı azalan sahalardır ki sadece Muradiye ve Tortum istasyonlarında görülmektedir. İkinci saha, su fazlası artan su noksanı azalan sahalardır ve Karadeniz çevresinde dağılışı göstermektedir. Üçüncü bölge, su fazlası azalan, su noksanı artan, iklim değişiminden en olumsuz etkilenen sahadır ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz ve Ege kıyıları ile Tuz Gölü doğusundaki sahları kapsamaktadır. Geriye kalan sahalara ise hem su noksanı hem de su fazlası artan sahalardan oluşan dördüncü bölgeyi meydana getirmektedir.

Su açıklarının ve su fazlalarındaki değişimler, tarımsal faaliyetleri etkileyecektir. Bu etki her ürün için ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu nedenle burada tarımsal ürünlere nasıl bir etkide bulunacağı konusuna yer verilmemiştir. Her ürünün yetiştirme zamanı, süresi ve şartları değişmektedir. Ürünler teker teker değerlendirilmeli, farklı planlamalar ve uygulamalar geliştirilmelidir.

Türkiye'de iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması amacıyla farklı kurumlar tarafından uyum stratejileri geliştirilmektedir. Bu uyum stratejileri oluşturulurken, bu çalışmada elde edilen bulgu ve sonuçlar göz önünde bulundurulmalı, uygun planlamalar yapılmalıdır.

Katkı Belirtme

Yazar, makaleyi okuyarak değerlendirmelerde bulunan ve katkı sunan Prof. Dr. İhsan Çiçek'e teşekkür eder.

Kaynakça

- Acar, Z., Gönençgil, B., Gümüsoğlu, K. N. (2018). Long-term Changes in Hot and Cold Extremes in Turkey. *İ.Ü. Coğrafya Dergisi*, 37, 57–67.
- Adams, R., Hurd, B., Lenhart, S., Leary, N. (1998). Effects of Global Climate Change On World Agriculture: An Interpretive Review. *Climate Research*, 11(1), 19–30.
- Adams, R., Chen, C., McCarl, B., Schimmelpfenni, D. (2001). Climate Variability and Climate Change: Implications for Agriculture. İçinde D. C. Hall & R. B. Horwarth (Ed.), *The Long-Term Economics of Climate Change: Beyond a Doubling of Greenhouse Gas Concentrations* (C. 3, ss. 95–113). Emerald Group Publishing Limited.
- Adams, R. M., Rosenzweig, C., Peart, R. M., Ritchie, J. T., McCarl, B. A., Glycer, J. D., ... Allen, L. H. (1990). Global Climate Change and US Agriculture. *Nature*, 345(6272), 219–224.
- Akbaş, A. (2014a). Türkiye'de klimatolojik kuraklık olasılıklarının dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi* (63), 1–7.
- Akbaş, A. (2014b). Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 101–118.
- Akbaş, A., Özdemir, H. (2018). Marmara Denizi Havzasının Hidroklimatolojik Dinamiklerinin Belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi* 70, 123–131.
- Akın, H. S., Dalfez, H. N., Önoğlu, B., Şen, L. (2011). Türkiye ve Bölgesinde İklimin Geleceğine Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması Dayalı Bir Bakış. *Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi* (70. Yıl anısına) (ss. 38–47). İstanbul.
- Alpar, R. (2003). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Anderson Jr., T.W., Darling, D.A. (1952) Asymptotic Theory Of Certain 'Goodness-of-fit' Criteria Based On Stochastic Processes. *Annals of Mathematical Statistics*, 23, 193–212.
- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı* (2. Baskı). İstanbul: İst. Üniv. Coğ. Ens. Yay. No:40.
- Aykır, D. (2017). Türkiye'de Ekstrem Sıcaklık İndislerinin Eğilimlerinde Şehirleşmenin Etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 47–57.
- Bayazit, M., Avcı, I. (1997). Water Resources of Turkey: Potential, Planning, Development and Management. *Water Resources Development*, 13(4), 443–452.
- Bayaner, A. (2014). *Türkiye Tarımı, Gelişmeler ve Beklentiler*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.
- Bayer Altın, T., Barak, B. (2017). Trends and changes in tropical and summer days at the Adana Sub-Region of the Mediterranean Region, Southern Turkey. *Atmospheric Research*, 196, 182–199.
- Bayraç, H. N., Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 23–48.
- Bozkurt, D., Sen, O. L. (2013). Climate Change Impacts in The Euphrates-Tigris Basin Based on Different Model and Scenario Simulations. *Journal of Hydrology*, 480, 149–161.
- Büyükyıldız, M., Berktaş, A., (2004). Parametrik Olmayan Testler Kullanılarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi. *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 19(2), 23–38.
- Çeribaşı, G., Doğan, E., Sönmez, O., (2013). Murat Nehir'inin Uzun Yıllar Boyunca Taşdığı Sediment Miktarlarına Trend Analizi Yöntemi Uygulanarak Analizinin Edilmesi. *Taşkın ve Heyelan Sempozyumu 24-26 Ekim 2013 Kongre Sempozyum Bildiriler Kitabı*, ss. 203–208), Trabzon.
- Çiçek, İ., Ataoğlu, M. (2009). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 51–64.
- Çiçek, İ., Doğan, U. (2006). Detection of Urban Heat Island in Ankara, Turkey. *Nuovo Cimento Della Societa Italiana Di Fisica C-Geophysics and Space Physics*, 29(4), 399–409.

- Çiçek, İ., Duman, N. (2015). Seasonal and Annual Precipitation Trends in Turkey. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 10(2), 77–84.
- Çiçek, İ., Yılmaz, E., Türkoğlu, N., Çalışkan, O. (2013). Ankara şehrinde yüzey sıcaklıklarının arazi örtüsüne göre mevsimsel değişimi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 10(1), 621–640.
- Dadaser-Çelik, F., Cengiz, E., Güzel, Ö. (2016). Trends in Reference Evapotranspiration in Turkey: 1975-2006. *International Journal of Climatology*, 36(4), 1733–1743.
- Dell, M., Benjamin F. J., Benjamin A. O., (2014). What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature. *Journal of Economic Literature*, 52 (3), 740-98.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Gürkan, H., ... Akçakaya, A. (2014). Yeni Senaryolara Göre Türkiye Akarsu Havzalarında İklim Değişikliği Projeksiyonları. İçinde *TUCAUM - VIII. Coğrafya Sempozyumu* (23-24 Ekim 2014) (ss. 119–128). Ankara.
- Deniz, A., Toros, H., İncecik, S. (2011). Spatial Variations of Climate Indices in Turkey. *Int. J. Climatol.*, 31(3), 394–403.
- Deniz, Z. A., Gönençgil, B. (2015). Trends of Summer Daily Maximum Temperature Extremes in Turkey. *Physical Geography*, 36(4), 268–281.
- Dihkan, M., Karsli, F., Guneroglu, N., Guneroglu, A. (2018). Evaluation of Urban Heat Island Effect in Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(8).
- DSİ, (2018). *DSİ Genel Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu*. Ankara
- Erlat, E., Türkes, M. (2012). Analysis of Observed Variability and Trends in Numbers of Frost Days in Turkey for the Period 1950-2010. *International Journal of Climatology*, 32(12), 1889–1898.
- Erlat, E., Türkes, M. (2013). Observed Changes and Trends in Numbers of Summer and Tropical Days, and the 2010 Hot Summer in Turkey. *International Journal of Climatology*, 33(8), 1898–1908.
- Erlat, E., Yavaşlı, D. D. (2009). Ege Bölgesi'nde Tropikal Gün ve Yaz Günü Sayılarındaki Değişim ve Eğilimler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 18, 1–15.
- Erlat, E., Yavaşlı, D. D. (2011). Ege Bölgesi'nde Sıcaklık Ekstremlerinde Gözlenen Değişim ve Eğilimlerin Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(3), 25–37.
- Göney, S. (1987). *Türkiye Ziraatinin Coğrafi Esasları I* (2. Baskı), İstanbul: İ.Ü. Edb. Fak. Yay No:2600.
- Harmancıoğlu, N. B., Özkul, S., Fıstıkoğlu, O., Barbaros, F., Onuşuel, G., Çetinkaya, C. P., Dalkılıç, Y. (2007). İklim Değişikliğinin Büyük Menderes ve Gediz Nehir Havzalarına Olası Etkileri. İçinde *İklim Değişikliği ve Türkiye, Etkiler, Sektörel Analizler, Sosyo-Ekonomik Boyutlar*. Ankara: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye Ofisi.
- Hennessy, K. J., Gregory, J. M., Mitchell, J. F. B. (1997). Changes in Daily Precipitation Under Enhanced Greenhouse Conditions. *Climate Dynamics*, 13(9), 667–680.
- İçel, G., Ataoğlu, M. (2014). Türkiye'de Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ile Yağışlarda Eğilimler ve NAO Arasında İlişkileri (1975-2009). *Türk Coğrafya Dergisi*, 28, 55–68.
- ipcc. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Isaaks, E. H. (2018). *Applied Geostatistics*. Communications in Computer and Information Science. Oxford: Oxford University Press.
- Kadioğlu, M. (1997). Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 17, 511–520.
- Kalaycı, S., Kahya, E. (1998). Detection of Water Quality Trends in The Rivers of The Susurluk Basin. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 22(6), 503–514.
- Kanber, R. (2006). Türkiye'de Su Kaynakları Potansiyeli: Kullanımı, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *TMMOB Su Politikaları Kongresi* (21-23 Mart 2006)-I. Cilt., (ss. 1–10). Ankara.
- Kaplanhan, E. (2013). Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487–510.
- Kapur, B., Koç, M., Özekici, B. (2012). Artan CO2 ve Küresel İklim Değişikliğinin Çukurova Bölgesinde Buğday Verimliliği Üzerine Etkileri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(4), 152–162.
- Karaca, M., Tayanç, M., Toros, H. (1995). The Effects of Urbanization on Climate of İstanbul and Ankara. *Atmos. Environ., Urban Atmospheres*, 29(3411–3421), 3411–3421.
- Köksal, B. A. (1976). *İstatistik Analiz Metodları* (2. Baskı). İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Koyuncu, M. (2017). Küresel İklim Değişikliği ve Hayvancılık. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2), 98–106.
- Koyuncu, M., Akgün, H. (2018). Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32, 151–164.
- McGuffee, K., Henderson-Sellers, A., Holbrook, N., Kothavala, Z., Balachova, O., Hoekstra, J. (1999). Assessing Simulations of Daily Temperature and Precipitation Variability with Global Climate Models for Present and Enhanced Greenhouse Climates. *International Journal of Climatology*, 19(1), 1–26.
- Menzel, A., Fabian, P. (1999). Growing Season Extended in Europe. *Nature*, 397(6721), 659.
- Olesen, J. E., Bindi, M. (2002). Consequences of Climate Change for European Agricultural Productivity, Land Use And Policy. *European Journal of Agronomy*, 16(4), 239–262.
- Ölgen, M. K. (2010). Türkiye'de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 19(1), 85–95.
- Özkul, S., Fıstıkoğlu, O., Harmancıoğlu, N. (2008). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisinin Büyük Menderes ve Gediz Havzaları Örneğinde Değerlendirilmesi. İçinde *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi* (ss. 309–322). Ankara.
- Partal, T., Kahya, E. (2006). Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. *Hydrological Processes*, 20(9), 2011–2026.
- Pohlert, T., (2006). *Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection*. R Package User Guide Notes.
- Schroeder, L. D., Sjoquist, D. L., Stephan, P. E. (1986). *Understanding Regression Analysis*. London: Sage Publications.
- Schwartz, M. D., Reiter, B. E. (2000). Changes in North American spring. *International Journal of Climatology*, 20(8), 929–932.
- Selek, B., Tuncok, I. K., Selek, Z. (2018). Changes in Climate Zones Across Turkey. *Journal of Water and Climate Change*, 9(1), 178–195.
- Setianto, A., Triandini, T. (2013). Comparison of Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) Interpolation Methods in Lineament Extraction and Analysis. *Journal of Southeast Asian Applied Geology*, 5(1), 21–29.
- Somuncu, M. (2018). İklim Değişikliği Türkiye Turizmi için Bir Tehdit mi, Bir Fırsat mı? İçinde *TUCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu* (ss. 748–771). Ankara.
- Sprent, P., Nigél C S., (2001). *Applied Nonparametric Statistical Methods*. New York: Chapman & Hall/CRC.
- Tatlı, H. (2017). Classification of The Köppen and Holdridge Life Zones with Respect to The Climate Scenarios- Rcp4.5 Over Turkey. İçinde *8th Atmospheric Sciences Symposium - 01-04 November 2017* (ss. 651–657).
- Tatlı, H., Türkes, M. (2011). Empirical Orthogonal Function Analysis of the Palmer Drought Indices. *Agricultural and Forest Meteorology* 151(7), 981–991.
- Tayanç, M., İm, U., Doğruel, M., Karaca, M. (2009). Climate Change in Turkey for The Last Half Century. *Climatic Change* 94(3–4), 483–502.
- Thorntwaite, C. W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 38(1), 55.
- Türkes, M. (1999). Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23(5), 363–380.
- Türkes, M., Akgündüz, A. S., Demirörs, Z. (2009). Palmer Kuraklık İndisi'ne Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(2), 129–144.
- Türkes, M., Koç, T., Sariş, F. (2009). Spatiotemporal Variability of Pre-

- precipitation Total Series Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29(8), 1056–1074.
- Türkeş, M., Koç, T., Sarış, F. (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57–73.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Demir, İ. (2002). Re-Evaluation of Trends And Changes in Mean, Maximum And Minimum Temperatures of Turkey for the Period 1929–1999. *Int. J. Climatol.*, 22, 947–977.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Kılıç, G. (1996). Observed Changes in Maximum and Minimum Temperatures in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16(4), 463–477.
- Türkeş, M. Tatlı, H. 2009. Use of The Standardized Precipitation Index (SPI) and Modified SPI for Shaping The Drought Probabilities Over Turkey. *International Journal of Climatology* 29: 2270–2282.
- Türkoğlu, N., Çalışkan, O., Çiçek, İ., Yılmaz, E. (2012). Şehirleşmenin Biyoklimatik Koşullara Etkisinin Ankara Ölçeğinde İncelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(1), 932–955.
- Türkoğlu, N., Çiçek, İ., Şensoy, S. (2012). Türkiye 'de İklim Değişikliğinin Meyve Ağaçları ve Tarla Bitkilerinin Fenolojik Dönemlerine Etkileri. İçinde *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu* (ss. 151–164). Ankara.
- Türkoğlu, N., Şensoy, S., Aydın, O. (2016). Effects of Climate Changes on Phenological Periods of Apple, Cherry and Wheat in Turkey. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 1036.
- Uçak, B. A., Ertek, A., Güllü, M., Aykanat, S., Akyol, A. (2010). Bazı İklim Parametrelerinin Çukurova'da Yetiştirilen Mısır Bitkisi Verim ve Kalitesine Etkileri. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 9–19.
- Usta, A. (2016). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 1–9.
- Ustaoglu, B., Karaca, M. (2014). the Effects of Climate Change on Spatiotemporal Changes of Hazelnut (*Corylus Avellana*) Cultivation Areas in the Black Sea Region, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research (AEER)*, 12(2), 309–324.
- Ustaoglu, B., Karaca, M. (2009). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Fındık Tarımına Olası Etkileri. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 9(3), 153–161.
- Wilby RL, Beven KJ, Reynard NS. (2008). Climate change and fluvial flood risk in the UK: more of the same? *Hydrological Processes* 22(14): 2511–2523.
- Yavuz, H., Erdoğan, S. (2012). Spatial Analysis of Monthly and Annual Precipitation Trends in Turkey. *Water Resources Management*, 26(3), 609–621.
- Yıldırım, M.U., Demircan, M., Özdemir, F.A., Sarıhan, E.O., (2015). İklim Değişikliğinin Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Üretim Alanlarına Etkisi. 11. *Tarla Bitkileri Kongresi* 7-10 Eylül 2015, (ss. 49–54), Çanakkale.
- Yılmaz, E. (2016). Türkiye'nin Bazı Şehirlerindeki Isı Adası Özellikleri. İçinde F. Arslan (Ed.), *Türkiye Coğrafyası Araştırmaları* (ss. 177–204). Ankara: Pegem Akademi.
- Yılmaz, E. (2018). Türkiye'de Aylık Yağış Eğilimleri, Yağış Kaymaları ve Yağış Eğilim Rejimleri. *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2066–2091.
- Yılmaz, E. (2019). Türkiye'de Aylık Sıcaklık ve Aylık Sıcaklık Farklarındaki Eğilimler ve Sıcaklık Eğilim Grupları. *Journal of Human Sciences*, 16(2), 392-427.
- Yılmaz, E., Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite İklim Sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973–3993.
- Yücel, İ., Güventürk, A., Sen, O. L. (2015). Climate Change Impacts On Snowmelt Runoff for Mountainous Transboundary Basins in Eastern Turkey. *International Journal of Climatology*, 35(2), 215–228. <https://doi.org/10.1002/joc.3974>.
- Yüksel, İ., Sandalcı, M., Çeribaşı, G., Yüksek, Ö. (2011). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri. İçinde *Ulusal 7. Kıy Mühendisliği Sempozyumu* (ss. 51–58). Trabzon.

